



# Estratégias para seleção de híbridos de *Brachiaria decumbens* com maior tolerância ao Alumínio tóxico

**Sanzio Carvalho Lima Barrios**  
**Melhoramento de *Brachiaria* spp.**  
**Embrapa Gado de Corte**

**Junho 2013**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Sumário

---

1. Introdução
2. Efeito da toxidez por Alumínio em *Brachiaria* spp.
3. Mecanismos de tolerância ao  $Al^{3+}$
4. Métodos de avaliação
5. Herança da tolerância ao  $Al^{3+}$
6. Estratégias de seleção e métodos de melhoramento
7. Considerações finais



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# 1. Introdução

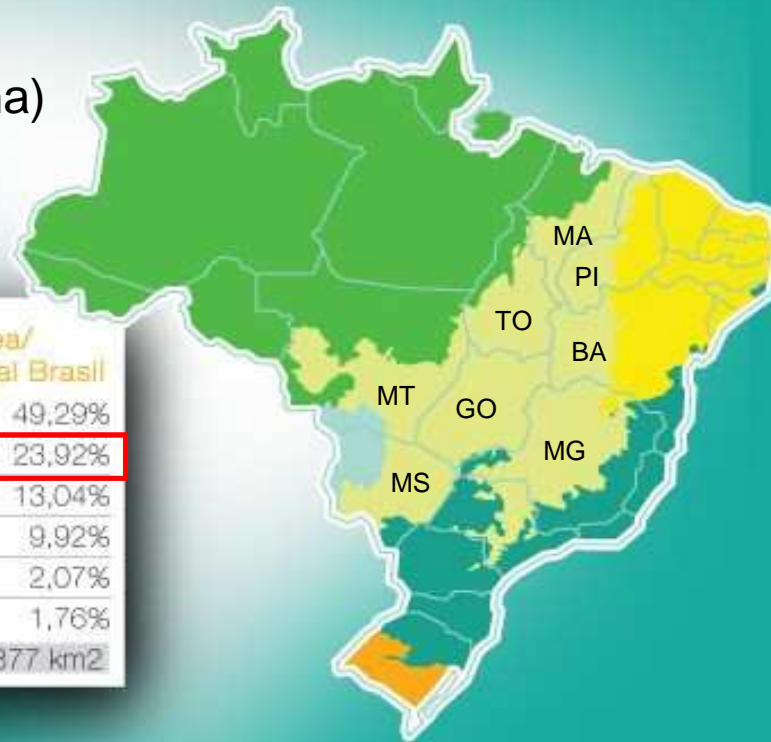
## *Solos ácidos ( $pH \leq 5,5$ )*

- 30% de toda a área terrestre
- + de 50% dos solos potencialmente agricultáveis
- Maior parte (60%): regiões tropicais e subtropicais

KOCHIAN et al., 2004

### Brasil Cerrados (205 M ha)

Biomás brasileiros	Área/ total Brasil
Bioma Amazônia	49,29%
Bioma Cerrado	23,92%
Bioma Mata Atlântica	13,04%
Bioma Caatinga	9,92%
Bioma Pampa	2,07%
Bioma Pantanal	1,76%
Área Total Brasil	8.514.877 km <sup>2</sup>



# 1. Introdução

- pH o principal fator que controla a disponibilidade de  $Al^{3+}$  no solo
- A solubilidade do Al aumenta em pH abaixo de 5,5

MALAVOLTA, 1980

## • Cerrados – predomínio de Latossolos



- boas características físicas
- perfil profundo
- boa capacidade de retenção de água
- topografia favorável a mecanização.



- elevada acidez (pH médio 4,6)
- elevada saturação de alumínio trocável
- deficiências de  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$
- baixa disponibilidade de P
- baixa CTC

- **Toxidez do  $Al^{3+}$ :** um dos principais fatores que limitam a produtividade em solos ácidos

MALAVOLTA, 1980; LOPEZ, 1989; FERNANDES, 2006



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# 1. Introdução

- pH e  $[Al^{3+}]$  são os únicos responsáveis pela toxidez por  $Al^{3+}$  ?
  - teor de matéria orgânica no solo
  - tipo de argila predominante
  - concentração de sais na solução

Foy, 1974; Silva, 1997



Toxidez  
Formas policatiônicas de alumínio



ligantes diminuem a toxicidade  
pela redução de carga

**Dependendo do tipo e quantidade de ligante:  
 $Al^{3+}$  pode ser mais ou menos tóxico**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# 1. Introdução

## *Manejo de solos ácidos*

- **Calagem:**

- reduz a acidez do solo: pH ↑
- fornece cálcio e magnésio
- ↓ teor de alumínio tóxico
- ↑ atividade microbiana
- não corrige a acidez na subsuperfície (> 20 cm)

- **Gessagem:**

- reduz  $[Al^{3+}]$  ao longo do perfil do solo (> solubilidade)
- fonte de Ca e S
- altos custos e restrições técnicas
- lixiviação de bases

- **SPD, rotação de culturas**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# 1. Introdução

- Pastagens

- ✓ 190 M ha de pastagens: 70 M nativas; 120 M cultivadas

- ✓ 100 M *Brachiaria* e 20 M demais gêneros

(ANUALPEC, 2008)

- Historicamente: “abertura” dos cerrados com pastagens (déc. 50 e 60)

## Agricultura

solos de melhor fertilidade  
natural



x

## Pecuária

média a baixa fertilidade/  
áreas marginais



PESQUISA AGROPECUÁRIA  
INOVAÇÃO - QUALIDADE DE VIDA

Embrapa

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

# 1. Introdução

## Dinâmica do uso da terra

Federação das Indústrias

Em milhões de hectares



	2011	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Grãos*	161,6	158,9	167,8	178,0	187,8	198,0	208,6
Cana-de-açúcar	656,4	725,0	778,5	871,6	965,2	1.047,1	1.111,9
Carnes**	26,0	27,2	28,6	29,9	30,9	31,9	32,9

Fonte: BLUM/Outlook Brasil

Elaboração: FIESP/DEAGRO e ICONE



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# 1. Introdução

*Alternativa viável (custo/benefício)*

Desenvolvimento de cultivares de *Brachiaria* spp. tolerantes ao  $Al^{3+}$

- fundamental para o aumento de produtividade e estabilidade de produção (temporal)

- Acarreta vantagens, independentemente do grau de tecnologia adotado pelos produtores



Pesquisa: base genética e mecanismos da tolerância ao  $Al^{3+}$

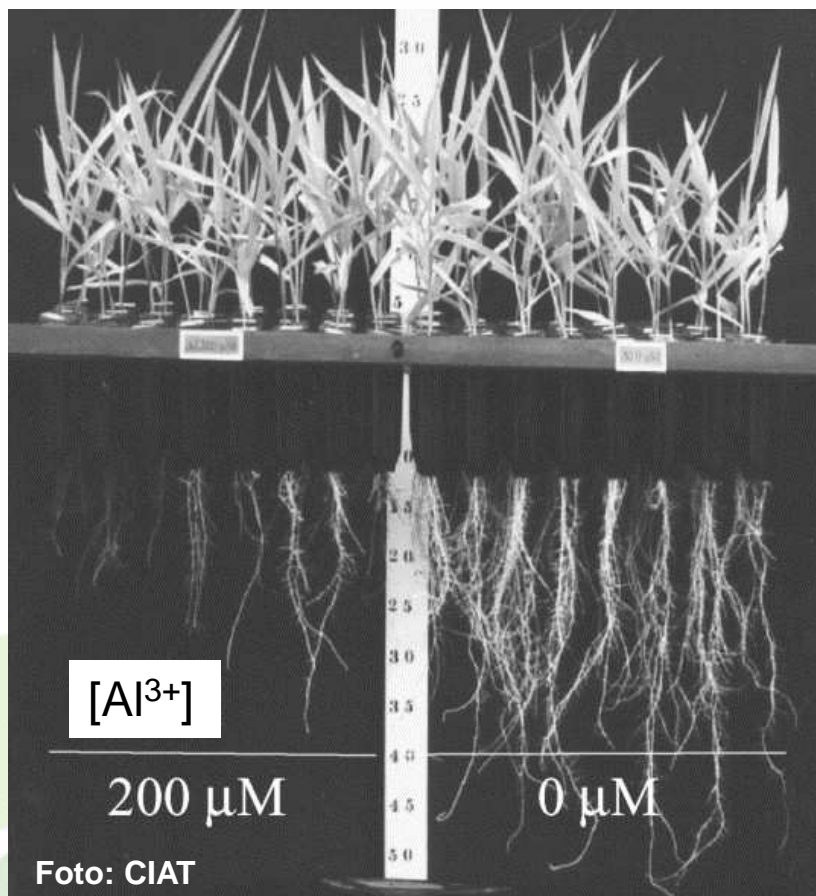


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.

- Conjunto de sintomas que expressam na morfologia e fisiologia das raízes



- Redução da taxa de crescimento radicular - **principal efeito da toxidez**

- Redução n<sup>o</sup> e comprimento de raízes, frequentemente associado ao engrossamento de raízes

- Diminuição na quantidade de raízes laterais

Foy, 1976; Kochian, 1995

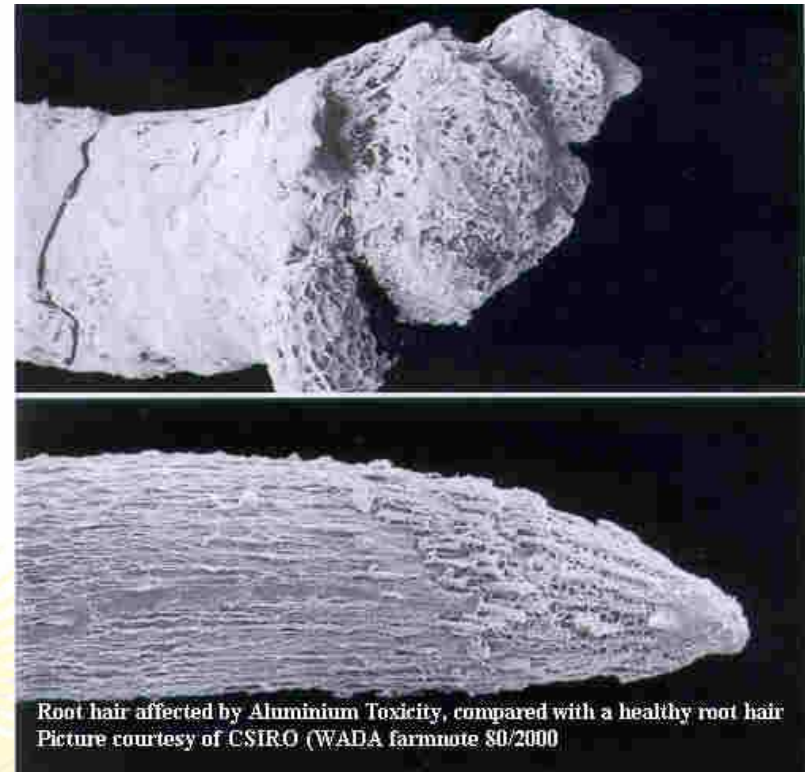
## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.

- efeitos negativos no alongamento e divisão celular

- Sítio primário de toxicidade do  $Al^{3+}$ :  
células do ápice da raiz

- a toxicidade é mais pronunciada nos  
primeiros estádios de desenvolvimento

(FOY et al., 1978; KOCHIAN et al., 2004)



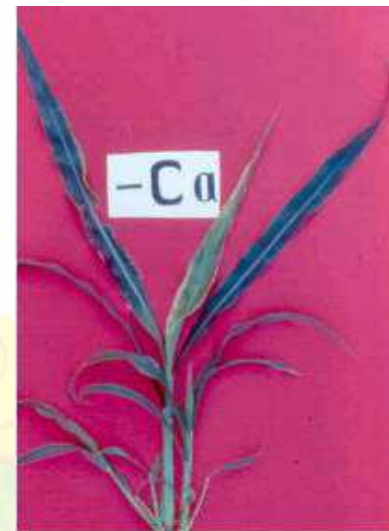


## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.

- Diminuição da absorção de água
- interfere na absorção, transporte e uso de nutrientes ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^{2+}$ , P)

maior susceptibilidade à deficiência hídrica e nutricional  
**= menor produtividade e instabilidade de produção**

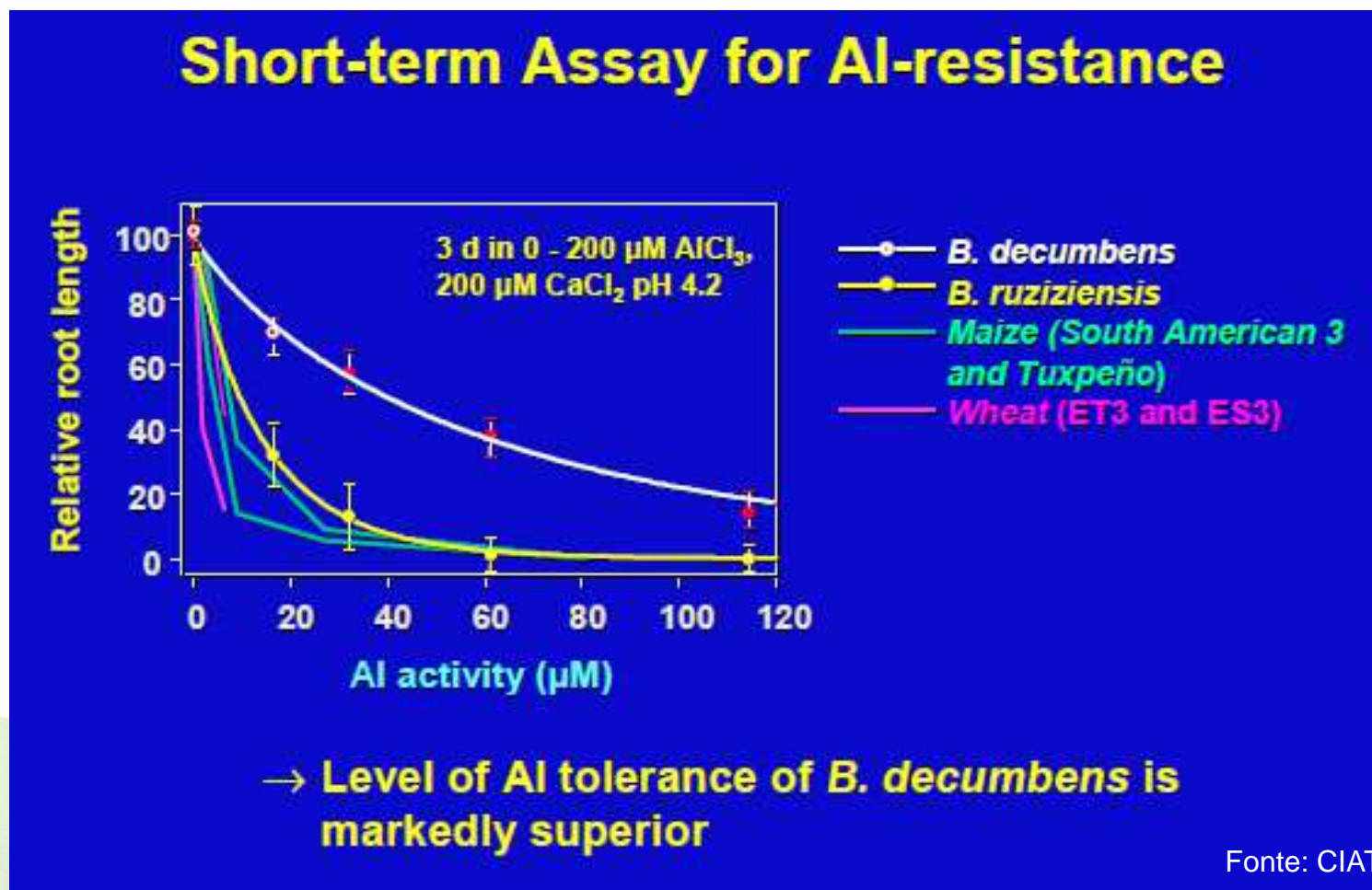
- sintomas foliares: semelhantes à deficiência de P ou à deficiência de Ca



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



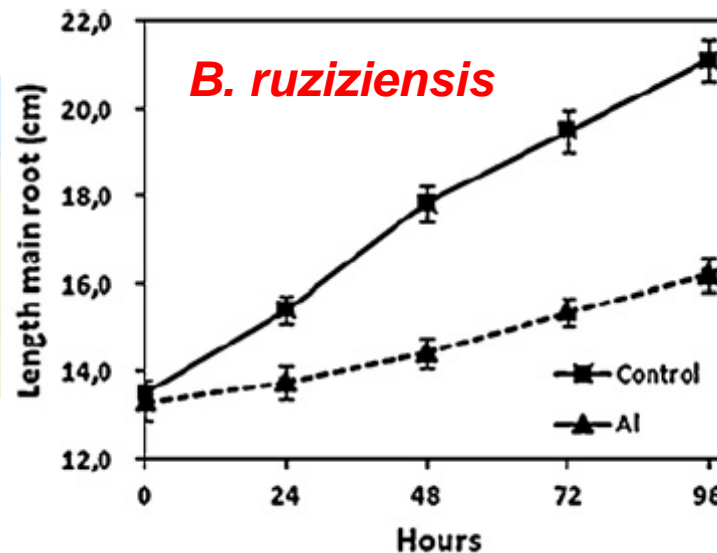
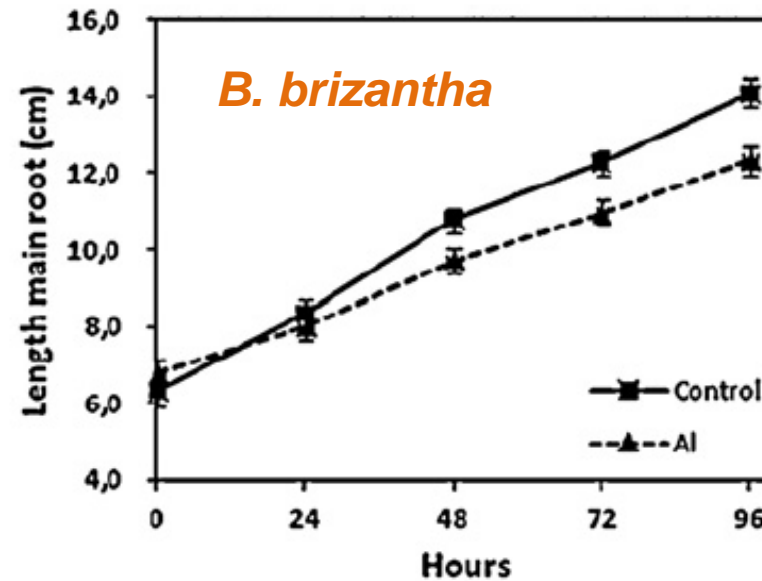
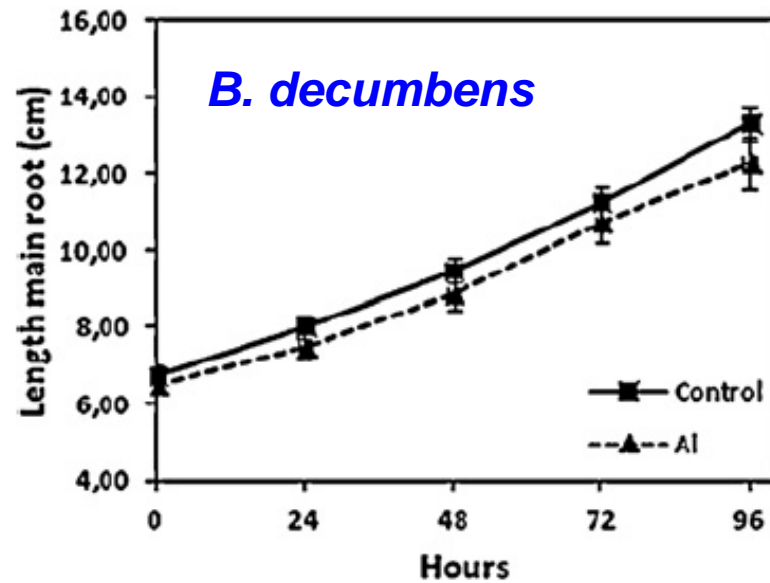
## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.





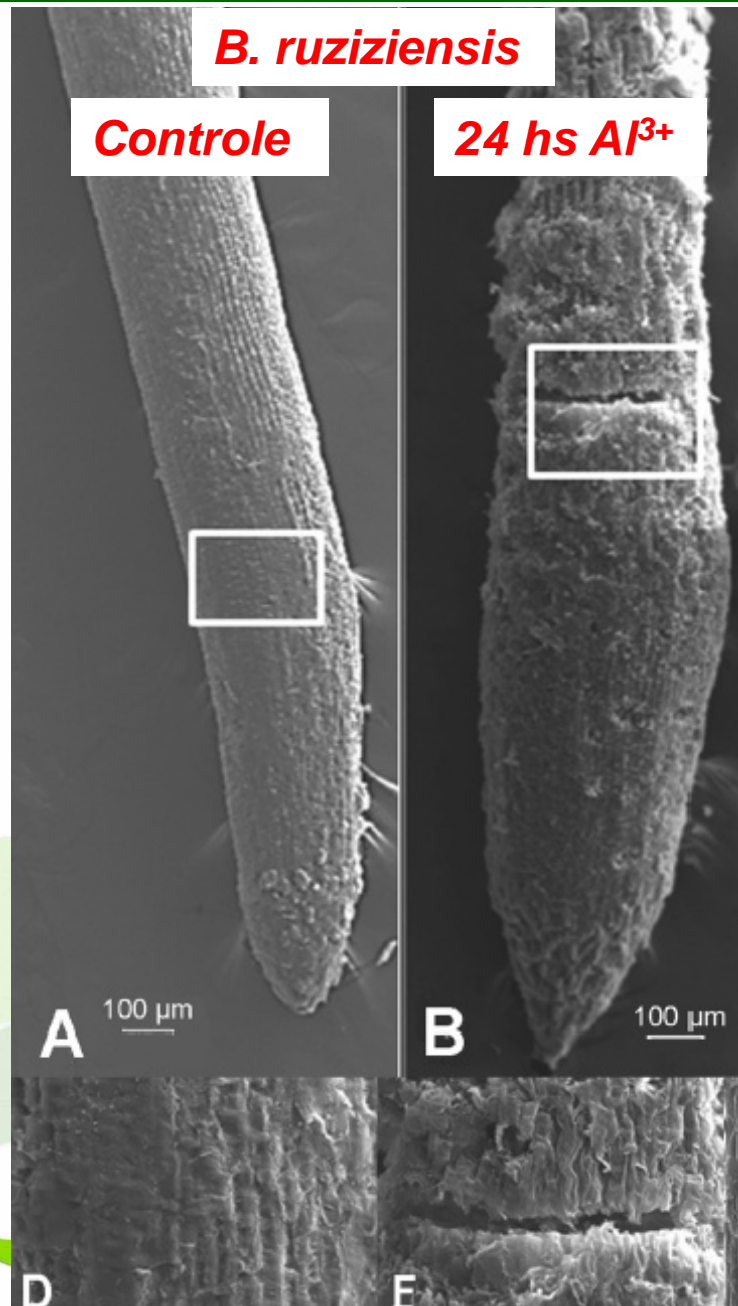
## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.

Solução nutritiva (controle e 200  $\mu M$  Al): Interação espécies x tempos ( $p < 0,05$ )



ARROYAVE et al. 2013

## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.

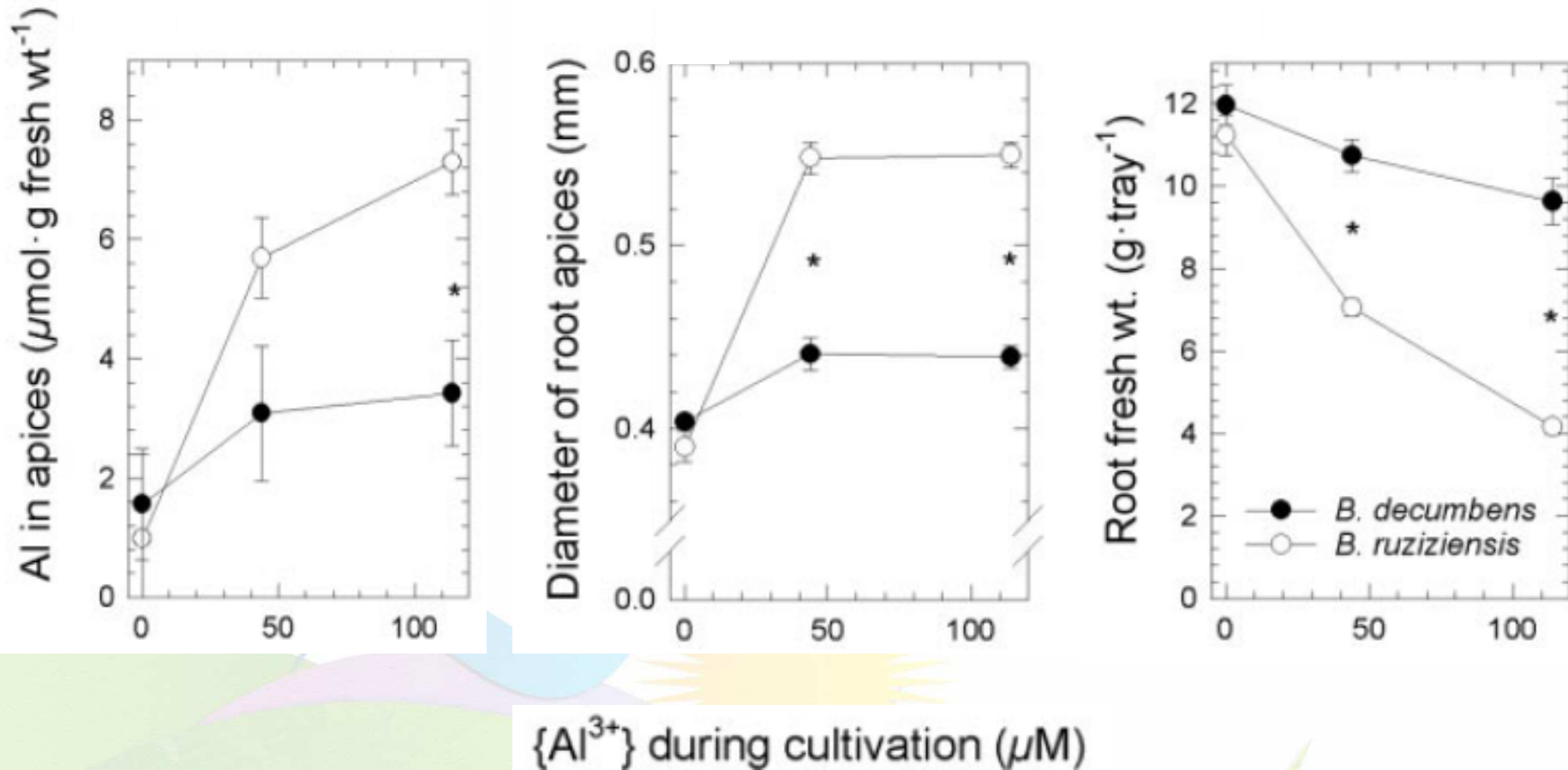


Microscopia eletrônica de varredura da superfície radicular

Superfície enrugada e rupturas nas células da epiderme

ARROYAVE et al. 2013

## 2. Efeitos da toxidez por $Al^{3+}$ em *Brachiaria* spp.



Wenzl et al. 2001

### 3. Mecanismos de tolerância ao $Al^{3+}$

- 2 classes:

a) **Mecanismos de exclusão ou apoplásticos:** impedem o  $Al^{3+}$  de penetrar na célula

- Imobilização do Al nas paredes celulares
- Permeabilidade seletiva ao Al na membrana plasmática
- Elevação do pH da Rizosfera
- Produção de mucilagem
- Exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes (citrato, malato, oxalato, etc..)

(KOCHIAN et al., 2004; SAMAC e TESFAYE, 2003);



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Síntese e exudação de ácidos orgânicos → associada a tolerância ao Al<sup>3+</sup>

Cultura	Ácido orgânico	Referência
Trigo	<b>Malato</b> (gene <i>ALMT1</i> : transportador de malato ativado por Al <sup>3+</sup> )	SASAKI et al., 2004
Triticale	<b>Citrato e Malato</b>	MA; TAKETA; YANG, 2000
Centeio	<b>Citrato e Malato</b>	LI; MA; MATSUMOTO, 2000
Aveia	<b>Citrato e Malato</b>	ZHENG; MA; MATSUMOTO, 1998
Cevada	<b>Citrato</b>	ZHAO et al. 2003; MA et al., 2004
Milho	<b>Citrato</b>	PELLET; GRUNES; KOCHIAN, 1995; KORN; JORGE; ARRUDA, 1997; PIÑEROS et al. 2002
Sorgo	<b>Citrato</b> (gene <i>ALT<sub>SB</sub></i> transportador de citrato ativado por Al <sup>3+</sup> )	MAGALHAES, 2002
<i>Arabidopsis</i>	<b>Malato</b>	HOEKENGA et al., 2003
Soja	<b>Citrato</b>	YANG et al. 2000; SILVA et al. 2001



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





### 3. Mecanismos de tolerância ao $\text{Al}^{3+}$

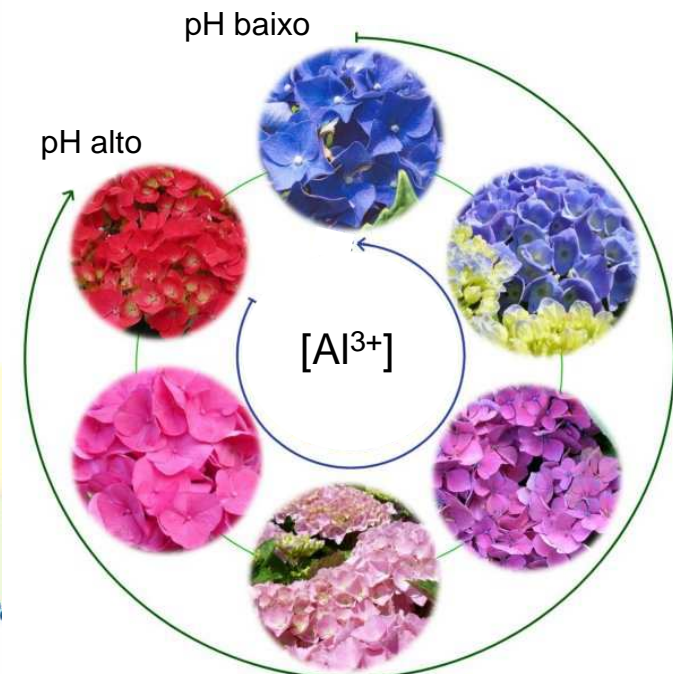
b) Mecanismos de tolerância interna ou simplásticos: imobilização ou neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  dentro da célula

- Complexação do  $\text{Al}^{3+}$  por diferentes compostos (ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos)
- Transferência e armazenamento no citoplasma e/ou vacúolos

Ex: Hortênsia

alteração na cor:

acumulo de complexos ( $\text{Al}^{3+}$  x Citrato) nas pétalas



### 3. Mecanismos de tolerância ao Al<sup>3+</sup>

#### *Brachiaria spp.*

The High Level of Aluminum Resistance in Signalgrass Is Not Associated with Known Mechanisms of External Aluminum Detoxification in Root Apices<sup>1</sup>

Peter Wenzl<sup>2\*</sup>, Gloria M. Patiño, Alba L. Chaves, Jorge E. Mayer, and Idupulapati M. Rao

*Plant Physiology*, March 2001

Aluminum stress stimulates the accumulation of organic acids in root apices of *Brachiaria* species

Peter Wenzl<sup>1,2,3\*</sup>, Alba L. Chaves<sup>1</sup>, Gloria M. Patiño<sup>1</sup>, Jorge E. Mayer<sup>3</sup>, and Idupulapati M. Rao<sup>1</sup>

*J. Plant Nutr. Soil Sci.* (2002)



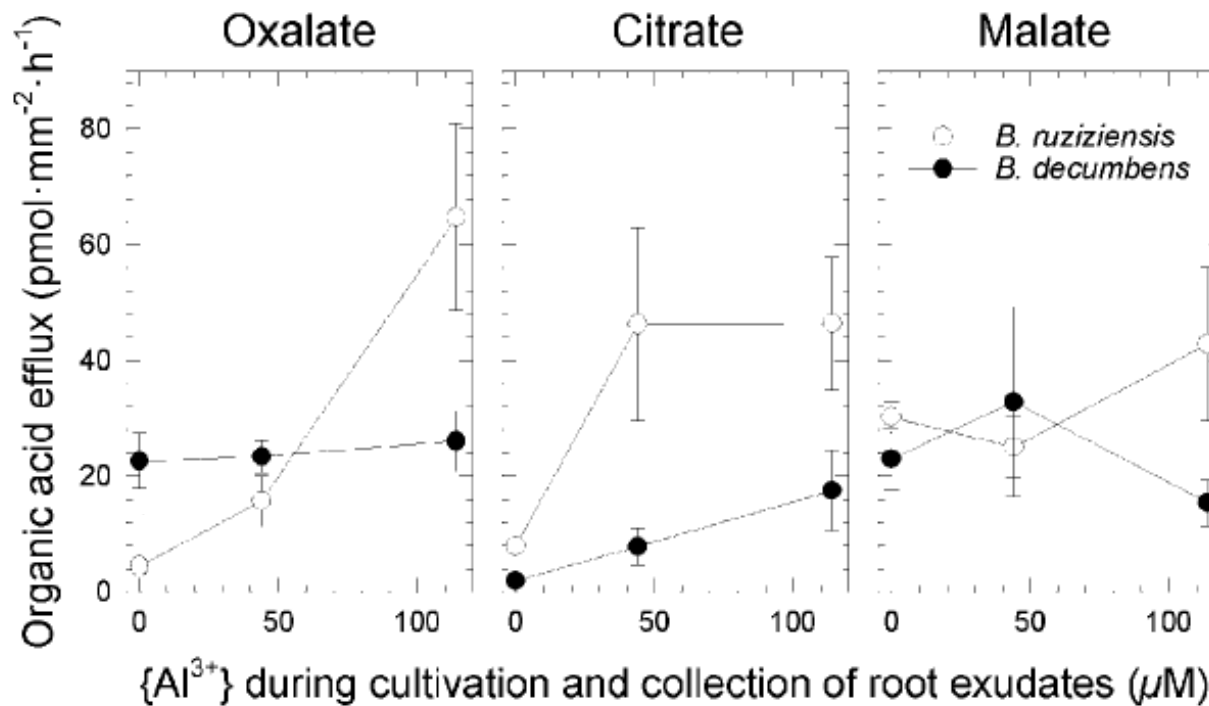
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### 3. Mecanismos de tolerância ao $Al^{3+}$

Exudação de ácidos orgânicos  
13 d solução nutritiva:  $\neq [Al^{3+}]$

Wenzl et al. 2001



***B. decumbens***: exudação de ácidos orgânicos não está associada com maior tolerância ao  $Al^{3+}$

### 3. Mecanismos de tolerância ao $Al^{3+}$

Efeito do estresse  $Al^{3+}$  na [ ] de ácidos orgânicos em diferentes tecidos

Tissue	Species	Organic-acid content ( $\mu\text{mol (g fresh wt)}^{-1}$ )		
		No $Al^{e)}$	Low $Al^{e)}$	High $Al^{e)}$
Whole roots	<i>B. decumbens</i>	$0.7 \pm 0.1$	$2.3 \pm 0.3$	$3.2 \pm 0.4$
	<i>B. ruziziensis</i>	$0.7 \pm 0.1$	$3.6 \pm 0.4$	$2.9 \pm 0.2$
Root apices	<i>B. decumbens</i>	$4.2 \pm 0.9$	$11.6 \pm 2.1$	$13.6 \pm 0.8$
	<i>B. ruziziensis</i>	$11.4 \pm 1.5$	$8.9 \pm 0.7$	$9.4 \pm 1.5$

#### *B. decumbens*

- 90% da produção de ácidos orgânicos é retido no ápice radicular

Desintoxicação interna do  $Al^{3+}$  por meio de ácidos orgânicos: esta envolvida na tolerância

WENZL et al. 2002

### 3. Mecanismos de tolerância ao $Al^{3+}$

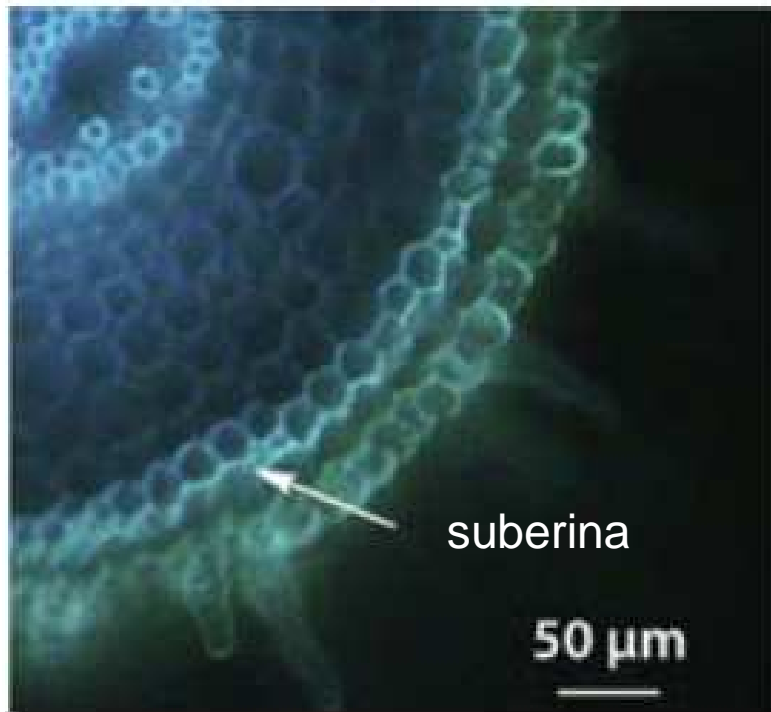
Aluminium-induced changes in root epidermal cell patterning, a distinctive feature of hyperresistance to Al in *Brachiaria decumbens*

Journal of Inorganic Biochemistry

Arroyave et al. 2011

*B. decumbens*

Secção transversal raiz– 24 hs 200 uM Al



Mudanças na composição da parede celular / padrão de disposição das células da epiderme



## 4. Métodos de avaliação

- Campo experimental
- Método da hematoxilina



- Condições controladas

Cultivo em solos - vasos

Solução nutritiva



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 4. Métodos de avaliação

- *Campo experimental*

- 2 níveis de saturação de alumínio: elevado (40% a 80%) e baixo (15%), depende da espécie

- Modulação da m%- feita por calagem

Ex: classificação dos genótipos

$$AI_t = \frac{\text{Produção com baixo nível de Al} - \text{Produção com alto nível de Al}}{\text{Diferença entre saturação de Al na ausência e na presença de calcário no período da floração.}}$$

Olmos & Camargo, 1976

- Condição controlada: cultivo em vasos (solo)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 4. Métodos de avaliação

- Método da hematoxilina

- princípio:            hematoxilina             $\xrightarrow{\text{oxidação}}$             hemateína

presença de  $\text{Al}^{3+}$  : cora ácidos nucléicos

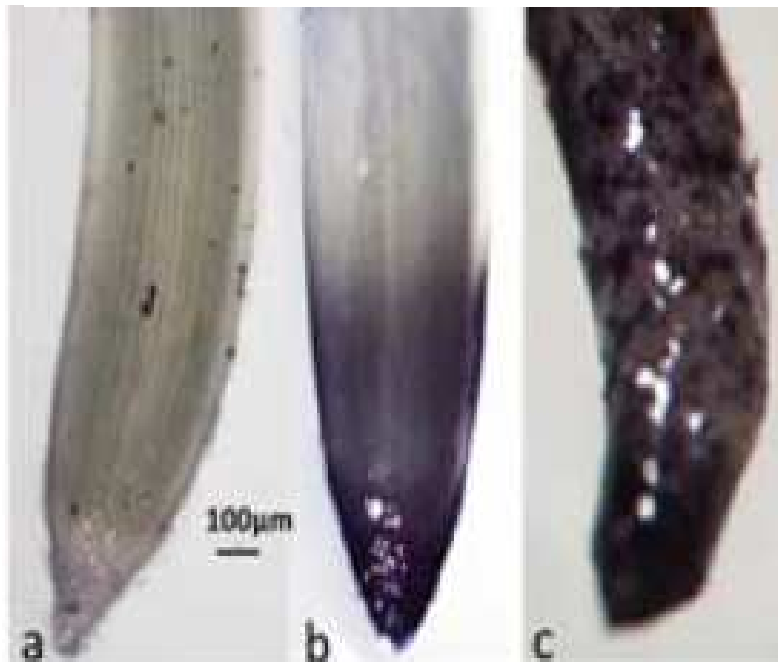
(Gill et al., 1974).

Ápice radicular  
24 hs solução nutritiva: 200  $\mu\text{M}$   $\text{AlCl}_3$

*decumbens*

*brizantha*

*ruzizensis*



Coloração mais intensa: genótipos susceptíveis  
>>  $[\text{Al}^{3+}]$  no interior das células

QUICENO et al. 2012

## 4. Métodos de avaliação

- Condições controladas (solução nutritiva)

- Princípio: inibição do crescimento radicular causada pelo  $Al^{3+}$

- **Vantagens:**

Avaliação precoce de um grande número de genótipos

Baixo custo

Maior controle ambiental

Elevada herdabilidade

Rapidez

Maior facilidade de avaliação

Método não destrutivo

(PATERNIANI; FURLANI, 2002; FERNANDES, 2006).

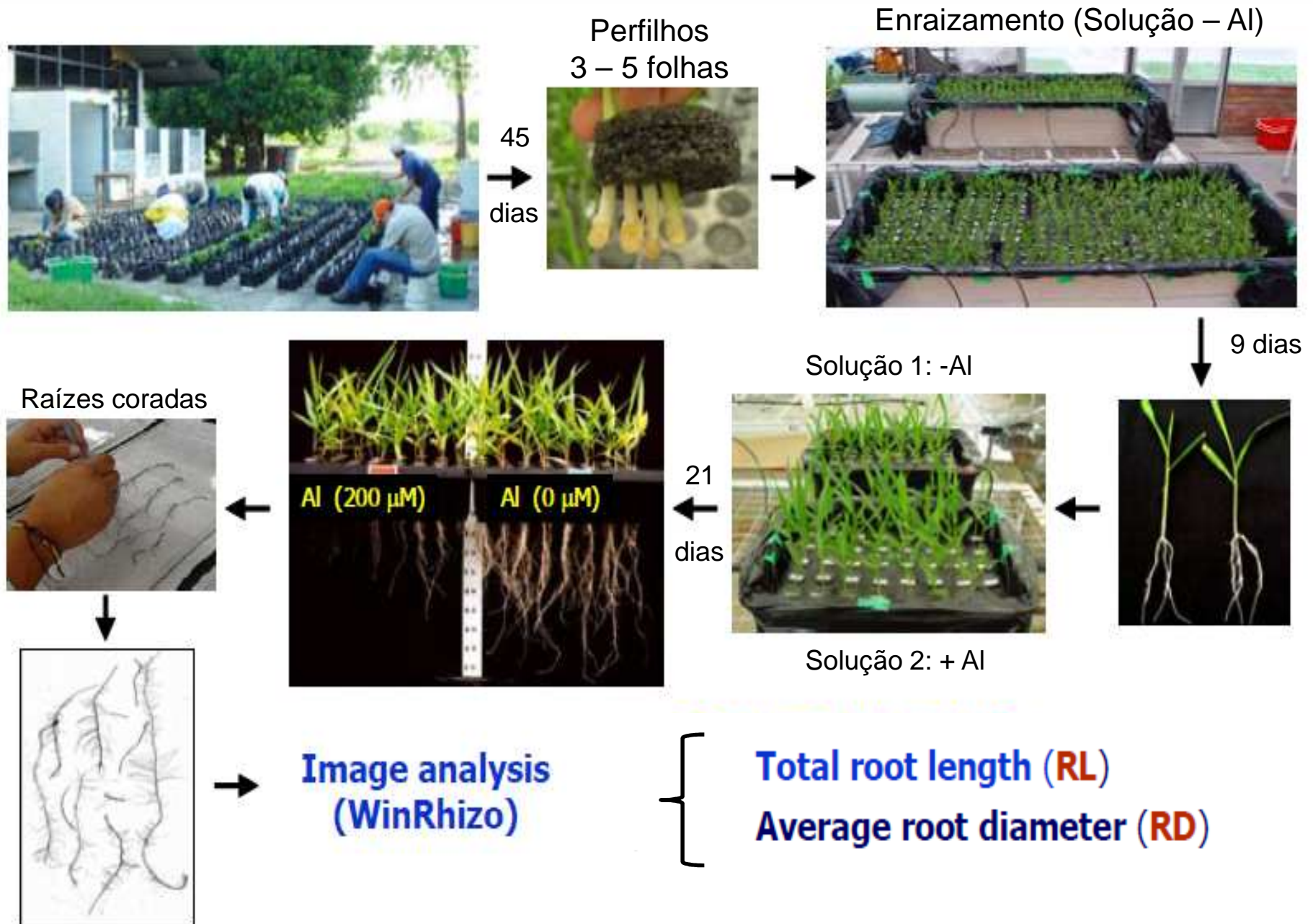
- Intensidade do estresse:  $[Al^{3+}]$  e tempo de exposição



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Metodologia CIAT (Wenzl et al., 2006)

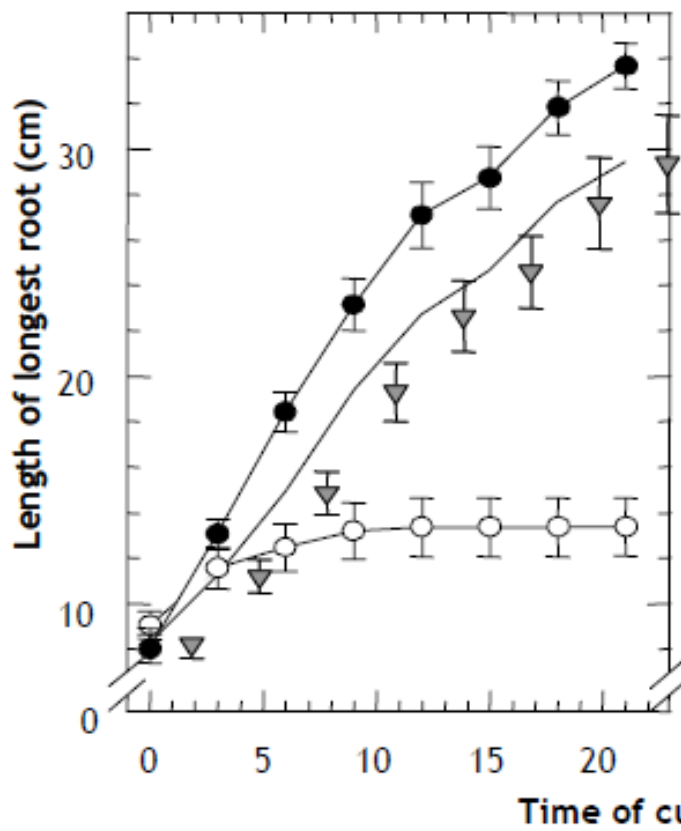




# Metodologia CIAT (Wenzl et al., 2006)

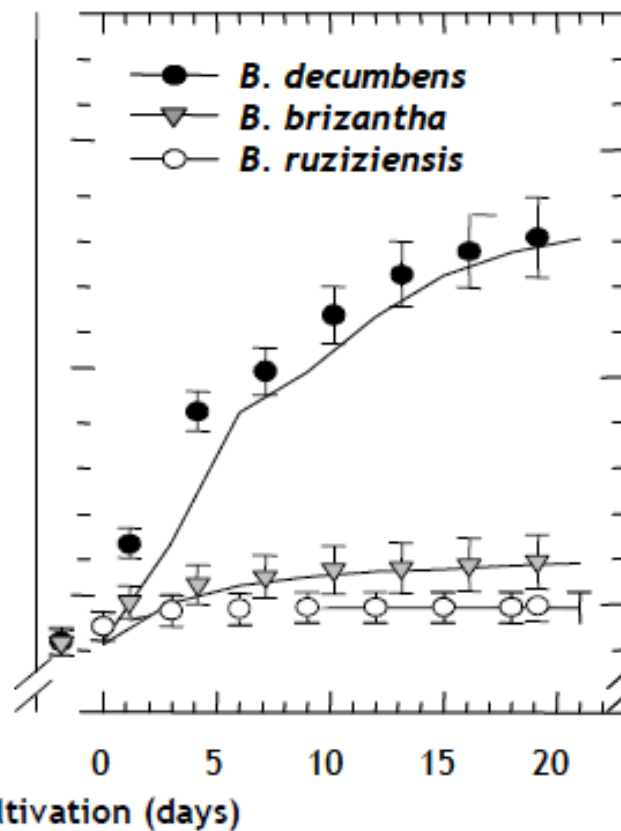
## Solution 1

200  $\mu\text{M}$   $\text{CaCl}_2$



## Solution 2

200  $\mu\text{M}$   $\text{CaCl}_2$   
200  $\mu\text{M}$   $\text{AlCl}_3$



# Metodologia CIAT (Wenzl et al., 2006)

- Tolerância  $Al^{3+}$ :  $\frac{\text{Comprimento radicular sem } Al^{3+}}{\text{Comprimento radicular com } Al^{3+}} \times$
- Transformação dos dados Log (Causton and Venus, 1981)
- Ajuste para peso seco do perfilho (parte aérea)

CR sem  $Al^{3+}$



“Vigor sistema radicular”

- Dados transformados e ajustados:

- Regressão:  $\frac{\text{Comprimento radicular sem } Al^{3+}}{\text{Comprimento radicular com } Al^{3+}} \times$

resíduo: **Tolerância  $Al^{3+}$**

Adaptação edafoclimática

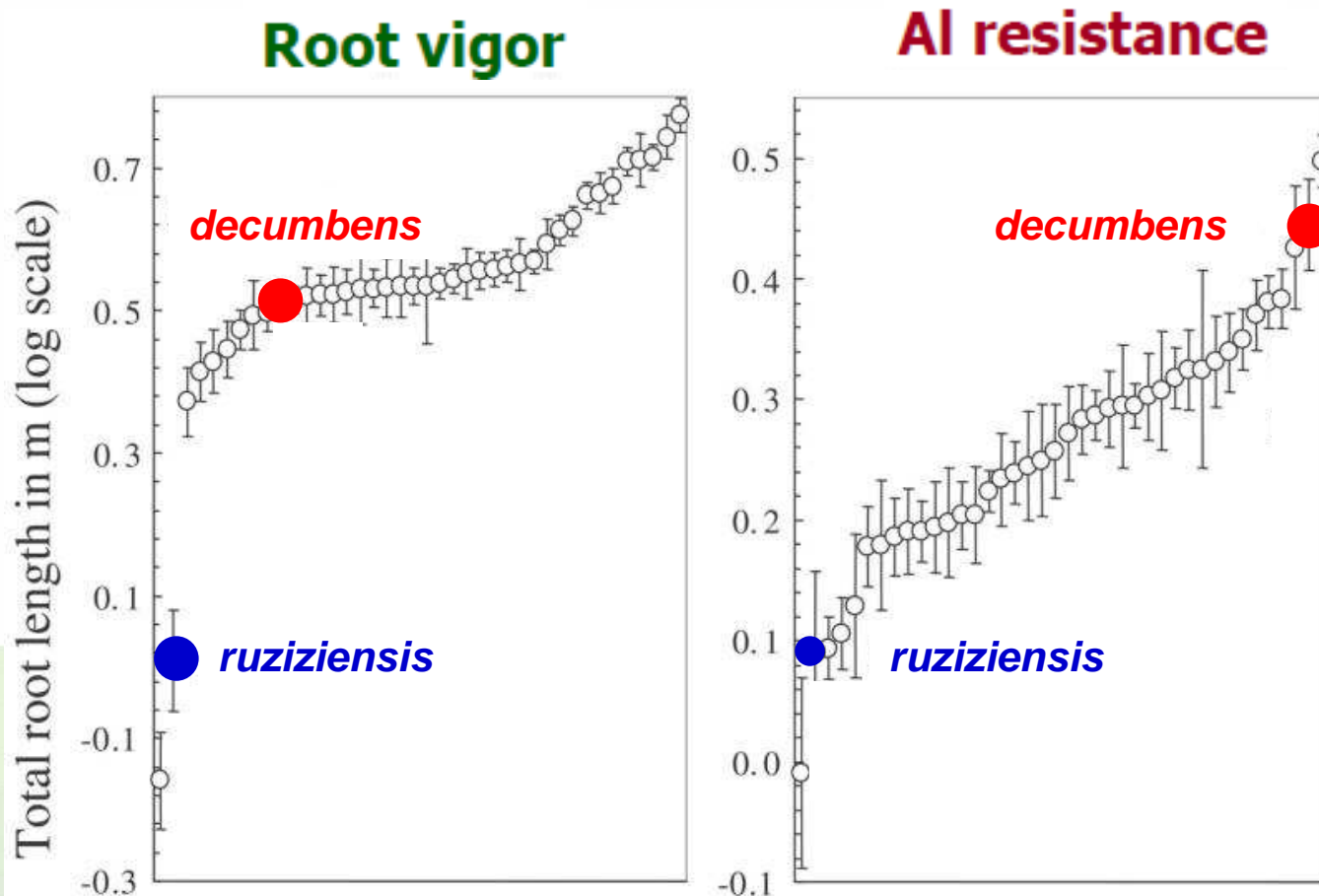


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Metodologia CIAT (Wenzl et al., 2006)

38 híbridos (♀ *B. ruziziensis* x ♂ *B. decumbens*)



*B. decumbens*  
has most  
alleles  
contributing  
importantly to  
AI resistance

Hybrids and parents in ascending order



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



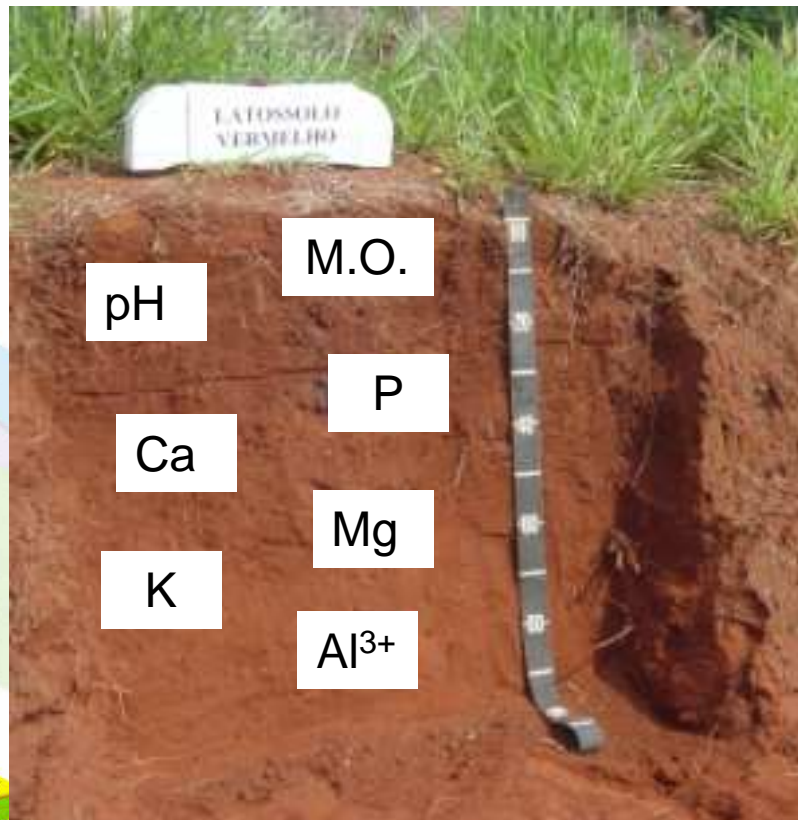
## 4. Métodos de avaliação

- Solução nutritiva: praticidade e rapidez

Resultados podem ser extrapolados diretamente para o campo?

**Cautela:**

outros fatores afetam a produção em solos ácidos



# 4. Métodos de avaliação

## Simulating Infertile Acid Soils with Nutrient Solutions: The Effects on *Brachiaria* Species

Wenzl et al. 2003  
Soil Sci. Soc. Am. J.

**Table 4. Direct and interaction effects of Al toxicity and nutrient deficiency on the growth of signalgrass and ruzigrass in the greenhouse.†**

Stress factor	Parameter‡	Statistical significance	
		Signalgrass	Ruzigrass
Nutrient deficiency	SDW	***	***
	LA	***	***
	RDW	***	***
	RL	***	***
Al toxicity	SDW	**	***
	LA	***	***
	RDW	*	***
	RL	**	***
Nutrient deficiency × Al toxicity	SDW	ns§	***
	LA	ns	***
	RDW	ns	**
	RL	ns	*

SDW: shoot dry weight  
LA: leaf area  
RDW: root dry weight  
RL: root length



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



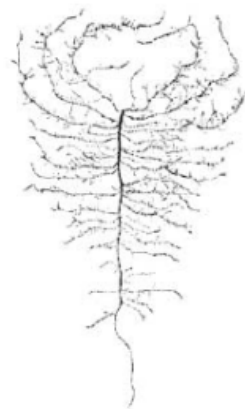


## Signalgrass

+ Nut



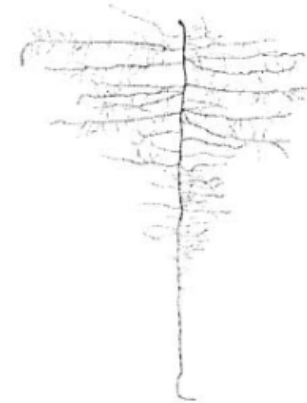
+ Nut + Al



- Nut

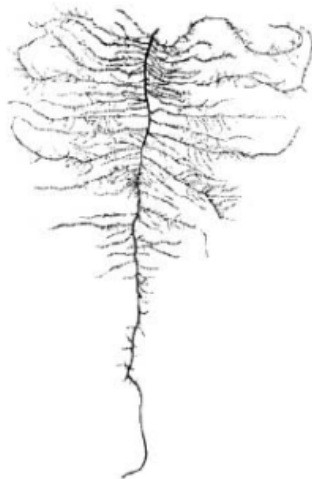


- Nut + Al



## Ruzigrass

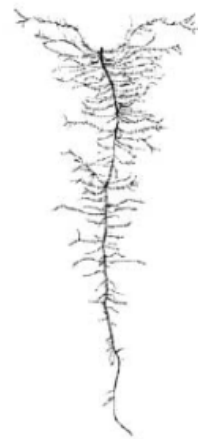
+ Nut



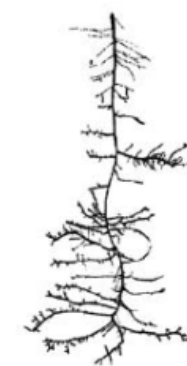
+ Nut + Al



- Nut



- Nut + Al



Wenzl et al. 2003

## 4. Métodos de avaliação

- Nut + AI

“Aproximação mais real”

**Solos ácidos e de baixa fertilidade natural**

### Correlação

Produção de forragem (t/ha) x Características

Campo: 30 meses após estabelecimento (CIAT, Colômbia)

	Low fertilizer	High fertilizer
Shoot traits		
Total (live + dead) shoot biomass (t/ha)	0.84***	0.91***
Dead shoot biomass (t/ha)	0.54	0.76***
Leaf biomass (t/ha)	0.94***	0.94***
Stem biomass (t/ha)	0.69***	0.68***
Leaf N content (%)	-0.24	-0.35
Leaf P content (%)	0.21	0.06
Leaf TNC content (mg g <sup>-1</sup> )	-0.25	-0.31
Leaf ash content (%)	0.05	0.01
Stem N content (%)	-0.45	0.79***
Stem P content (%)	-0.43	-0.31
Stem TNC content (mg g <sup>-1</sup> )	0.45	0.12
Stem ash content (%)	-0.12	0.05
Shoot N uptake (kg/ha)	0.93***	0.85***
Shoot P uptake (kg/ha)	0.91***	0.93***
Shoot K uptake (kg/ha)	0.76***	0.78***
Shoot Ca uptake (kg/ha)	0.85***	0.81***
Shoot Mg uptake (kg/ha)	0.84***	0.89***



## 5. Herança da tolerância ao Al<sup>3+</sup>

Cultura	Herança	Ação gênica	Referência
Trigo	<b>“Simples”</b> (1 ou 2 genes) Loco <i>Alt1</i> , <i>ALMT1</i>		Lagos et al., 1991; Aniol e Gustafson, 1984
Sorgo	<b>“Simples”</b> Loco <i>Alt<sub>sb</sub></i>		Magalhães et al. 2007; Caniato et al., 2007
Centeio	<b>“Simples”</b> Loco <i>Alt1</i> , <i>Alt2</i> e <i>Alt3</i>		Miftahudin et al., 2002; Gallego et al., 1998
Cevada	<b>“Simples”</b> Loco <i>Alp</i>		Minella e Sorrells, 1992; Tang et al., 2000)
Milho	<b>Quantitativo</b>	pred. Efeitos genéticos aditivos	Sibov et al., 1999; Ferreira et al., 2006; Cançado et al., 2002; Maron et al., 2010
Soja	<b>Quantitativo</b>	pred. Efeitos genéticos aditivos	Speher e Galwey, 1996; Bianchi-Hall et al., 2000
<i>Brachiaria</i>	?	?	

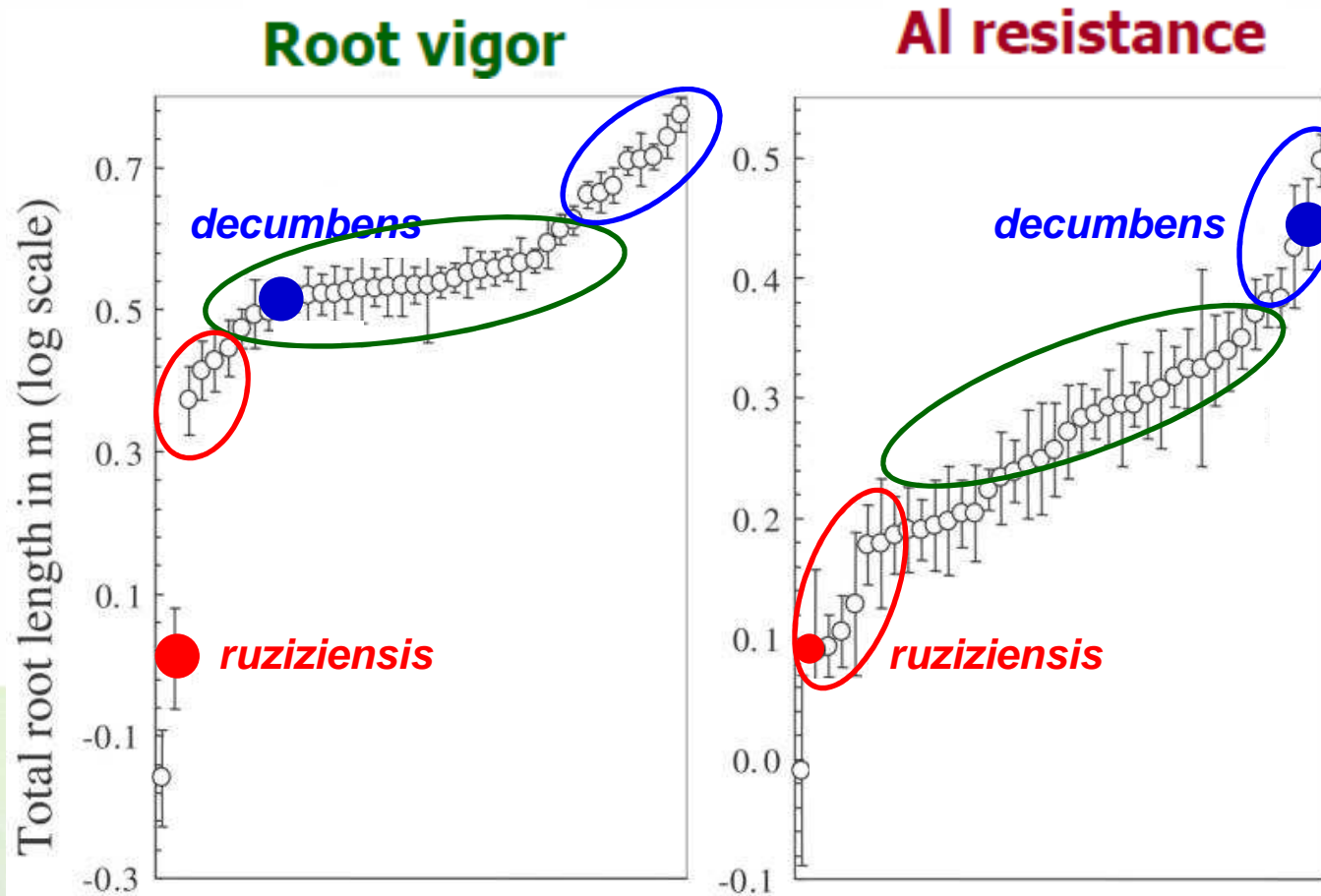


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 5. Herança da tolerância ao $Al^{3+}$

- Resultados sugerem um padrão de herança quantitativa



## 5. Herança da tolerância ao Al<sup>3+</sup>

- F1 (263 híbridos *B.ruziziensis* x *B. decumbens*)
- **39 SSRs, 2 SCARs, 12 AFLPs**
- Fenotipagem: solução nutritiva

**Table 32.** Mapping analysis results. LG, position of the first marker, and the flanking markers associated with aluminum-resistance variable are indicated. The most closer markers with correlation are indicated in bold and with underline.

Method	Variable	LG	Flanking Markers	QTL Position	Markers Position	LOD	Aditive	R2
IM	eal_rd	15	GM_24 - <u>C5b10</u>	36,68	21,7 - <u>36,6</u>	3,014	0,052	0,053
IM	eal_slr	3	<u>rGM 72a</u> - rRM_46b	112,16	<u>88,3</u> - 113,5	3,008	0,110	0,058
IM	eal_slr	5	<u>GM 11a</u> - rGM_11b	104,22	<u>104,1</u> - 110,4	2,297	-0,089	0,041
CIM	eal_lr	5	<u>GM 12a</u> - GM_11a	103,45	<u>103,3</u> - 104,1	3,260	-0,072	0,052
CIM	eal_lr	5	<u>GM 11a</u> - rGM_11b	108,22	<u>104,1</u> - 110,4	3,098	-0,072	0,053
CIM	eal_rd	5	<u>GM 11a</u> - rGM_11b	108,22	<u>104,1</u> - 110,4	2,993	0,051	0,050
CIM	eal_rd	15	GM_24 - <u>C5b10</u>	35,83	21,7 - <u>36,6</u>	3,317	0,052	0,054
CIM	eal_lrsdw	4	<u>C1b12</u> - rC10b8	52,34	<u>52,3</u> - 63,3	3,024	-0,081	0,050
CIM	eal_slr	3	<u>rGM 72a</u> - rRM_46b	112,16	<u>88,3</u> - 113,5	4,111	0,120	0,068
CIM	eal_slr	5	<u>rRM 151</u> - rRM_466a	0,01	<u>0,0</u> - 14,1	2,801	-0,091	0,043
CIM	eal_slr	5	<u>GM 11a</u> - rGM_11b	104,22	<u>104,1</u> - 110,4	3,010	-0,094	0,045

LG Linkage group, IM Interval mapping, CIM Compost interval mapping.

- **Five variables:** root length, root diameter, abundance of root tips, root length/shoot biomass and specific root length



## 6. Estratégias de seleção

- Estratégias de seleção / métodos de melhoramento específicos para aumentar a tolerância ao  $Al^{3+}$ ?

Incorporar a metodologia de avaliação da tolerância ao  $Al^{3+}$

Estratégias que já estão sendo utilizadas

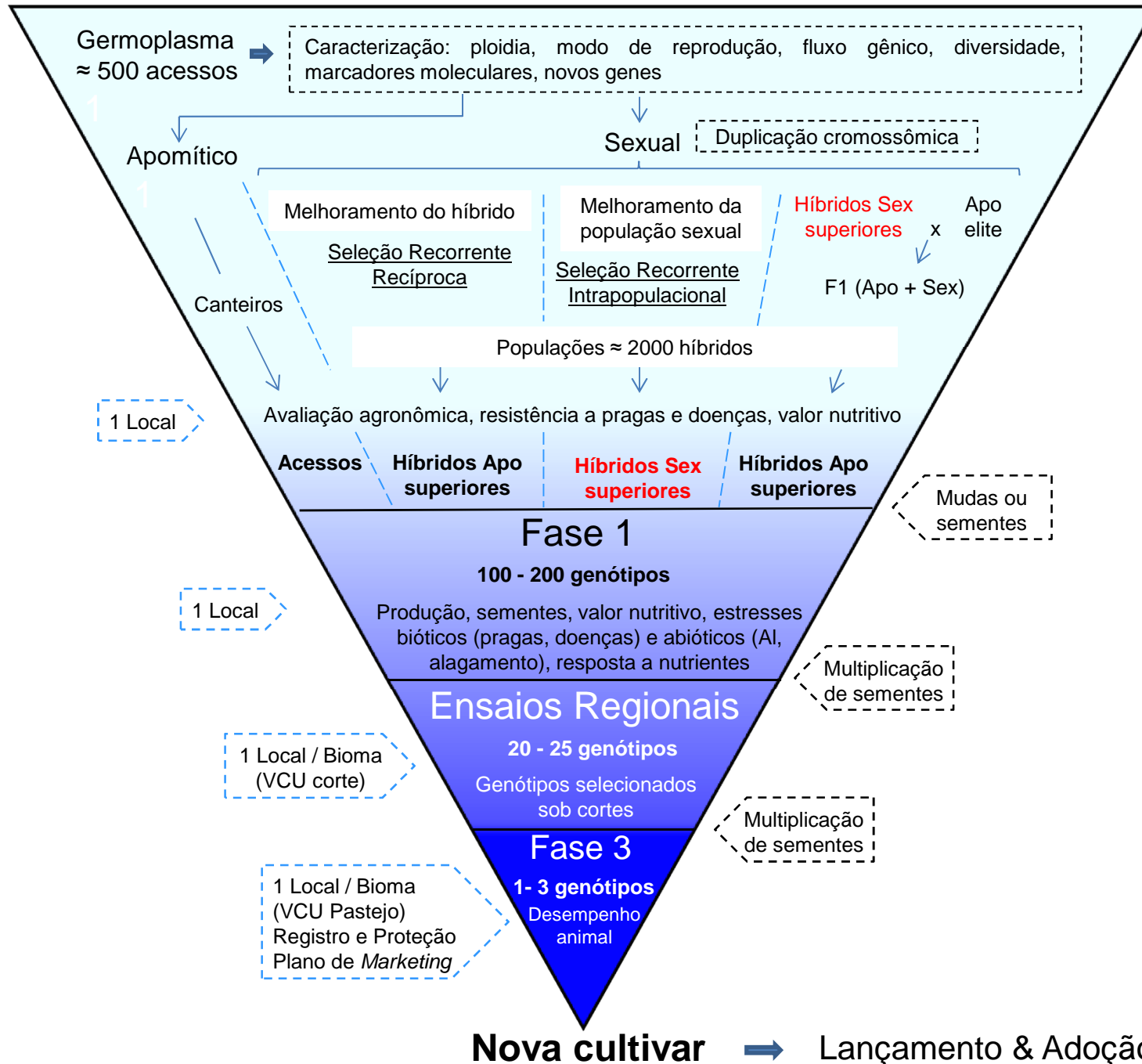
- Desenvolvimento de cultivares de *Brachiaria* spp.: **Processo**



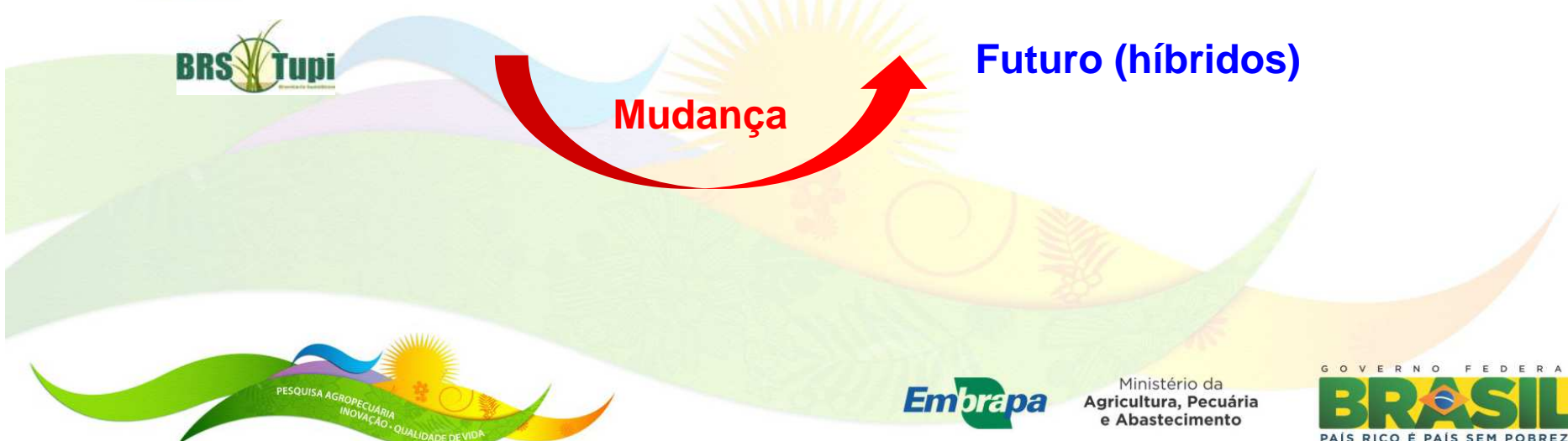
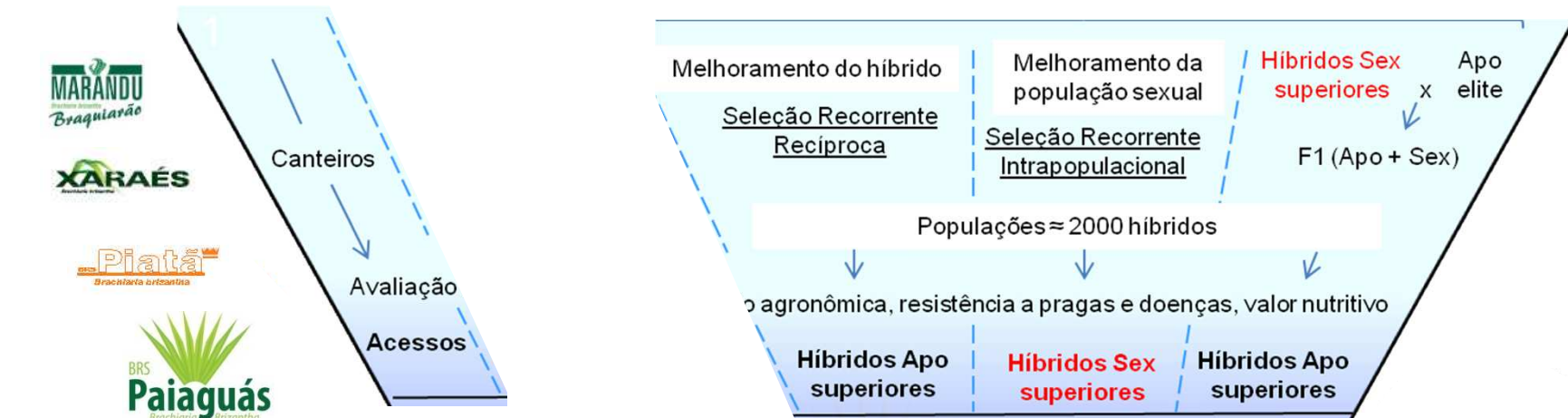
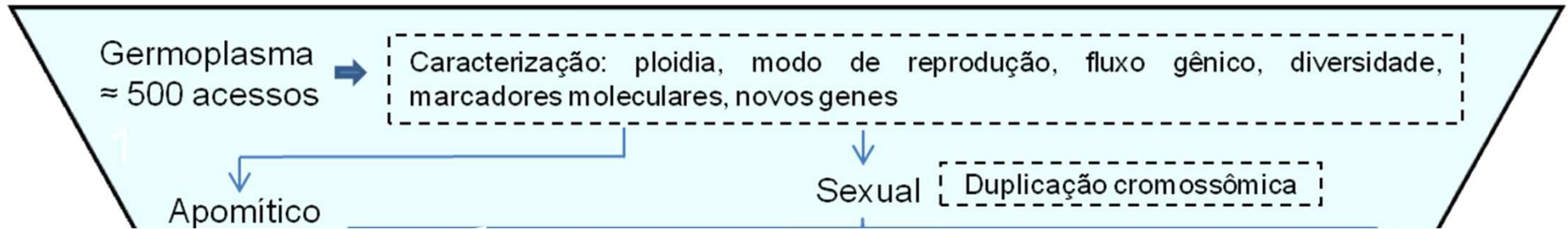
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Melhoramento



# Melhoramento



# Embrapa Gado de Corte

## Programa de melhoramento de *Brachiaria* spp.

- ✓ Híbridos interespecíficos  
(*B. ruziziensis* x *B. brizantha* x *B. decumbens*)
- ✓ Híbridos intraespecíficos de *B. humidicola* (mais recente)
- ✓ Híbridos intraespecíficos de *B. decumbens* (mais recente)





# Melhoramento de *Brachiaria decumbens*

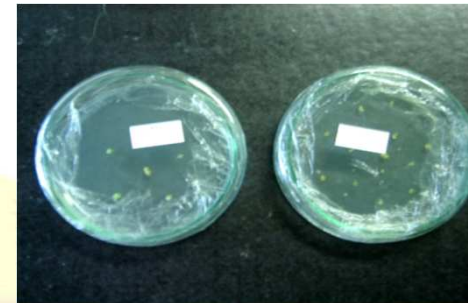
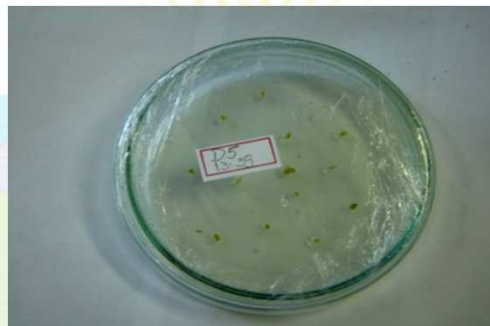
- restrito ao uso da cv. Basilisk como doadora de pólen
- 2008: Duplicação cromossômica de acessos sexuais diplóides

D24  
(sexual e diploide)

—————→  
Duplicação  
cromossômica

planta 2, planta 27 e planta 45  
(sexuais e tetraplóides)

(SIMIONI e VALLE, 2009)



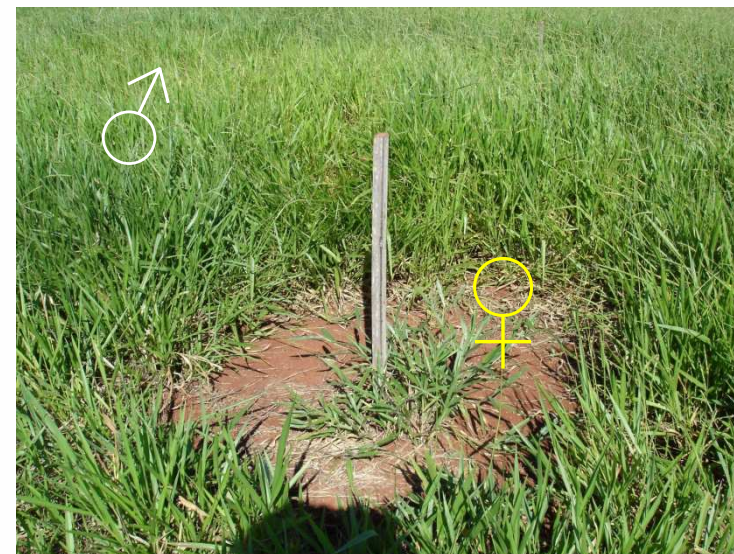
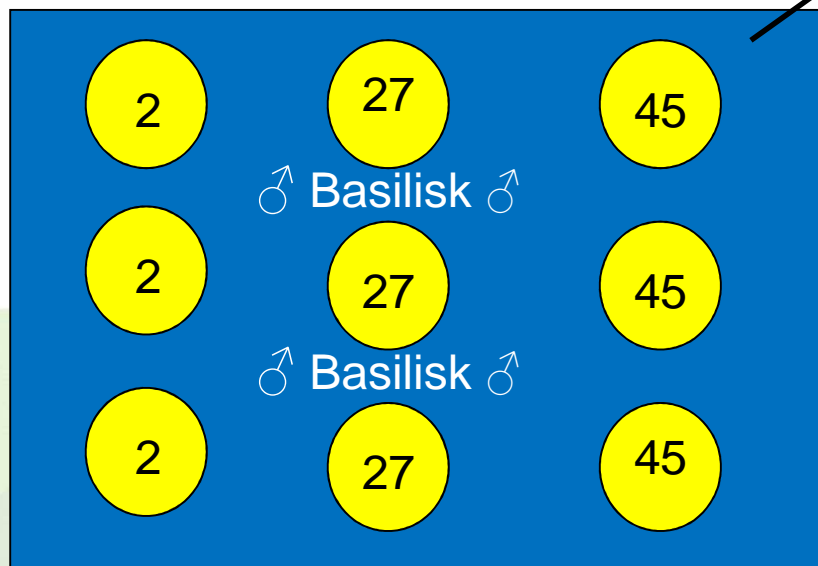
Fotos: Carine Simioni



# Melhoramento de *Brachiaria decumbens*

- Bloco de cruzamentos

Sexuais x cv. Basilisk apomítica



Fotos: VALLE, 2008



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# Melhoramento de *Brachiaria decumbens*

- 2010 → População Base (457 híbridos intraespecíficos)



- Progênes inéditas → variabilidade genética  
(antes conservada pela apomixia)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Pop. Base

50 Híbridos (Apo+Sex)

DBC: 2011/12

6 cortes

## Índice Agr.+ VN

Ordem	Híbrido
1	R107
2	R87
3	R41
4	R54
5	R33
6	X30
7	R144
8	S18
9	R80
10	B6
...	...
48	Basilisk

324 Híbridos (Apo+Sex)

Látice 18x18: 2012/13

7 cortes

**Agr.+ VN + Cigarrinhas**

**Híbridos sexuais superiores**

**SR Intrapopulacional**



80 sexuais x Basilisk

2011/12

1415 Híbridos (Apo+Sex)

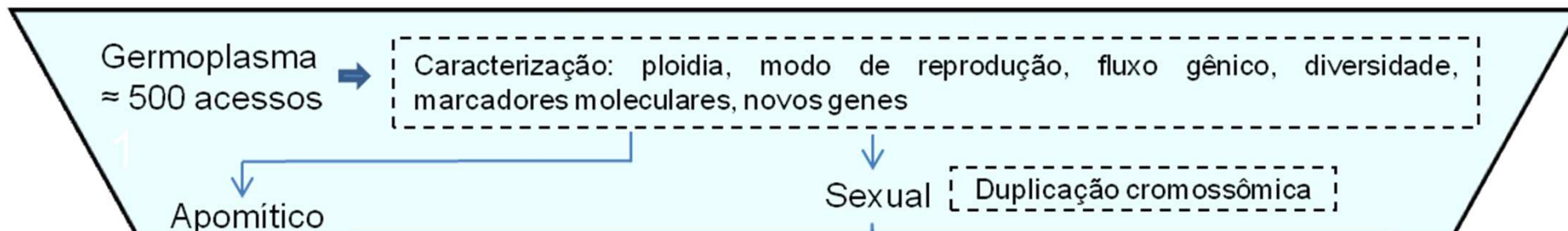
**Agr.+ VN + Cigarrinhas**

**SR Recíproca**



# 6. Estratégias de seleção

## Melhoramento



**Basilisk**

**D24/2, D24/27, D24/45**

**Tolerância ao Al<sup>3+</sup>**

**100 híbridos (D24/27 x Basilisk)**

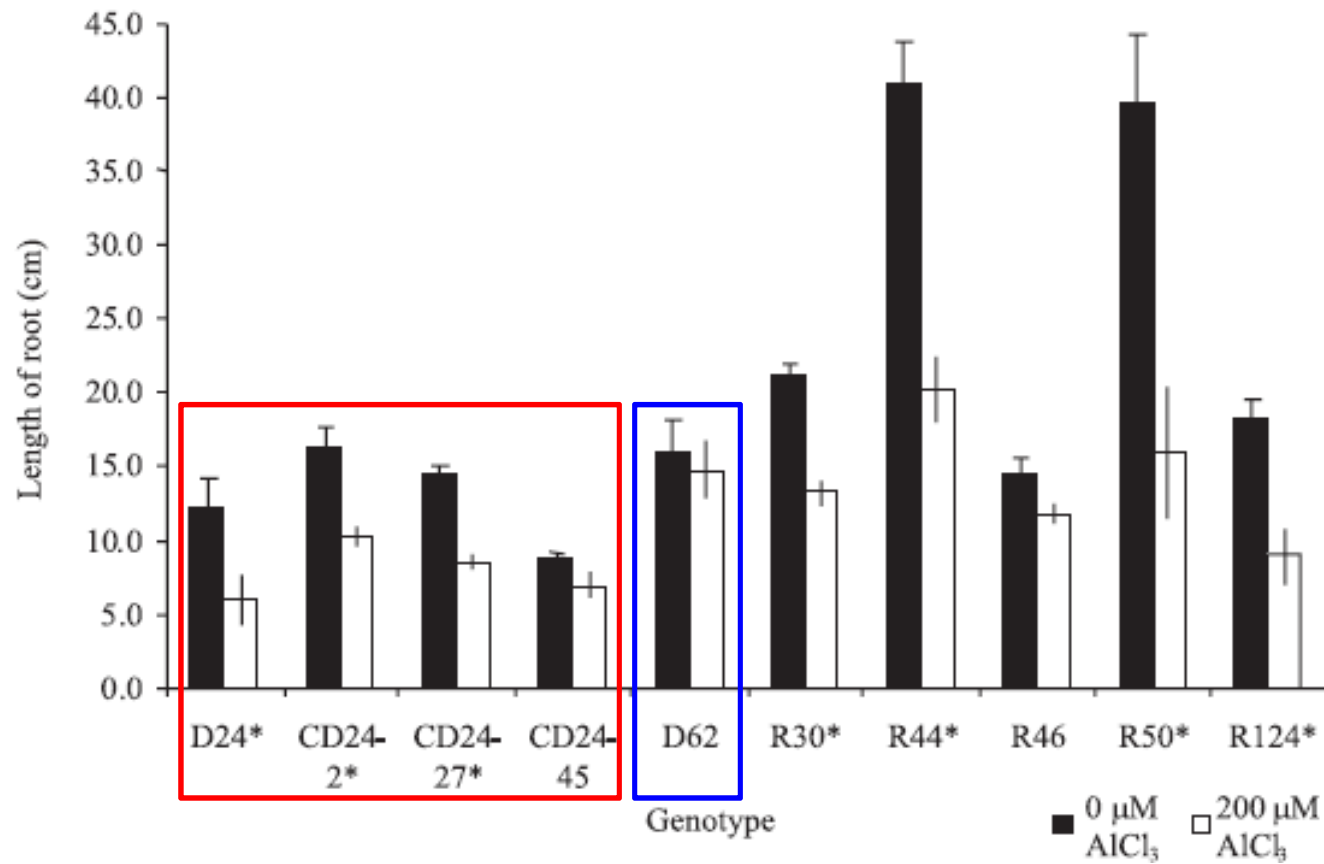


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



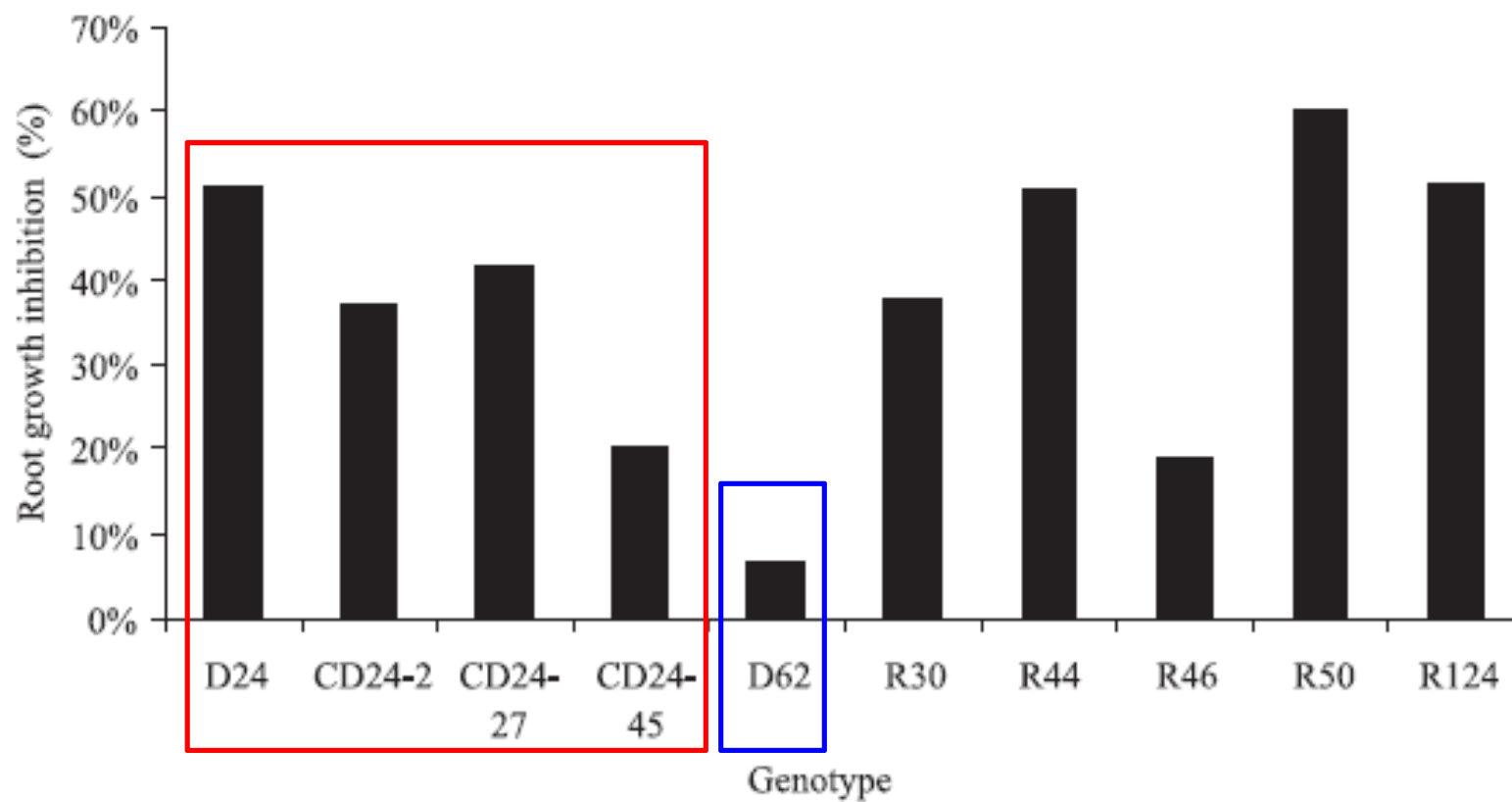
# • Parentais

- Solução 1 (sem AL) e solução 2 (+ 200  $\mu\text{M}$   $\text{AlCl}_3$ ) - pH 4.2
- [nutrientes] solução: Hoagland & Arnon (1950)
- Comp. Raiz principal, Diâmetro e Inibição (%)





# • Parentais



Bitencourt et al., 2011

# • Híbridos

Dissertação UFMS: Keise Oliveira (2013)

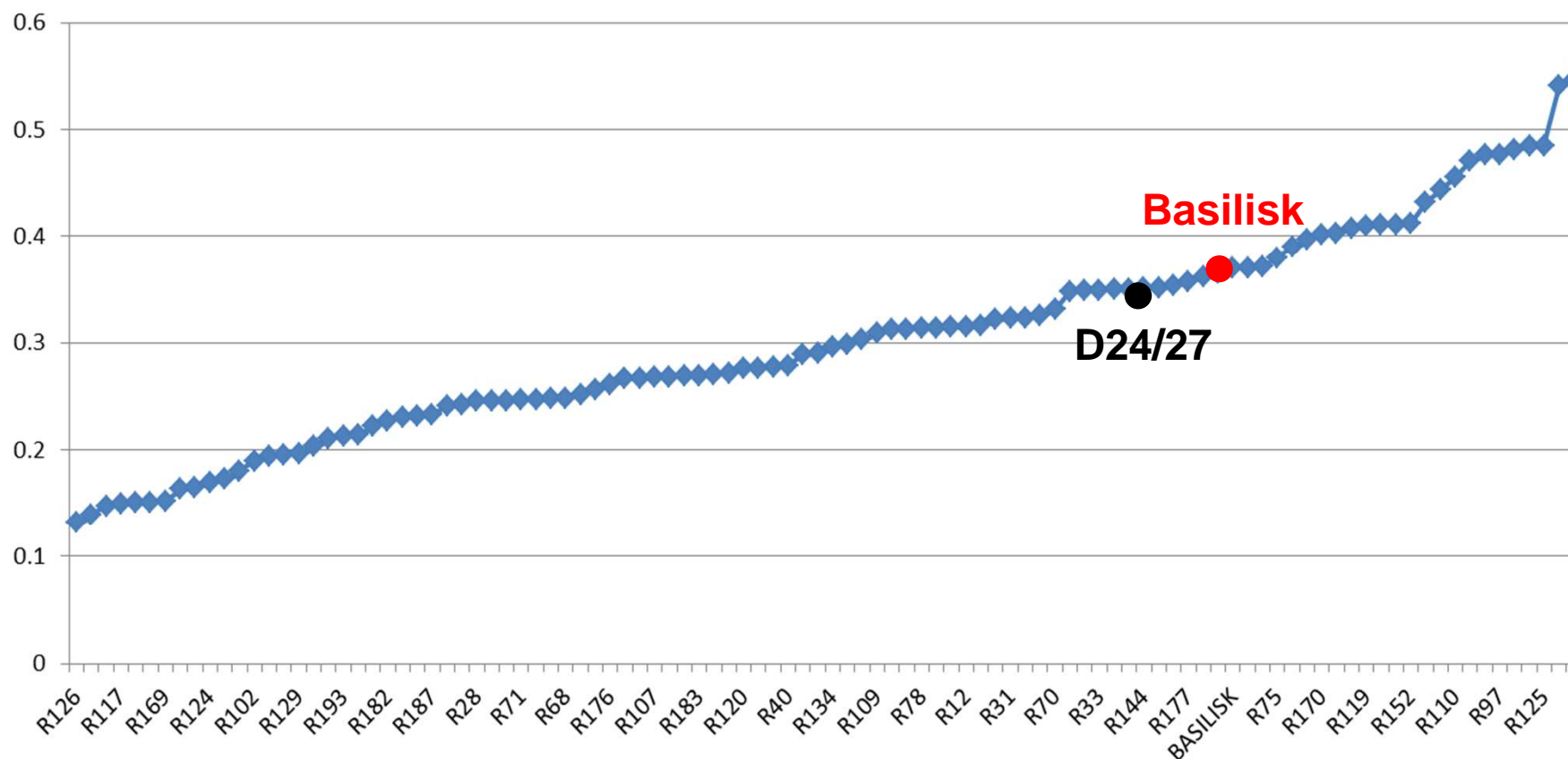
- 100 híbridos (D24/27 x Basilisk)
- Solução nutritiva comercial: Hidrogood ®
- Solução 1 (sem Al) e solução 2 (+ 200  $\mu\text{M}$   $\text{AlCl}_3$ ) - pH 4.2
- CRR (sem Al):  $\log [(C_{\text{final}} - C_{\text{inicial}}) / C_{\text{inicial}}]$
- Índice de tolerância ao  $\text{Al}^{3+}$  :  $\text{CRR}_{\text{com Al}} / \text{CRR}_{\text{sem Al}}$
- DBC, 3 repetições
- Modelos mistos



## 6. Estratégias de seleção

“Root vigor” : CRR (solução sem  $Al^{3+}$ )

Valores genotípicos (BLUP)



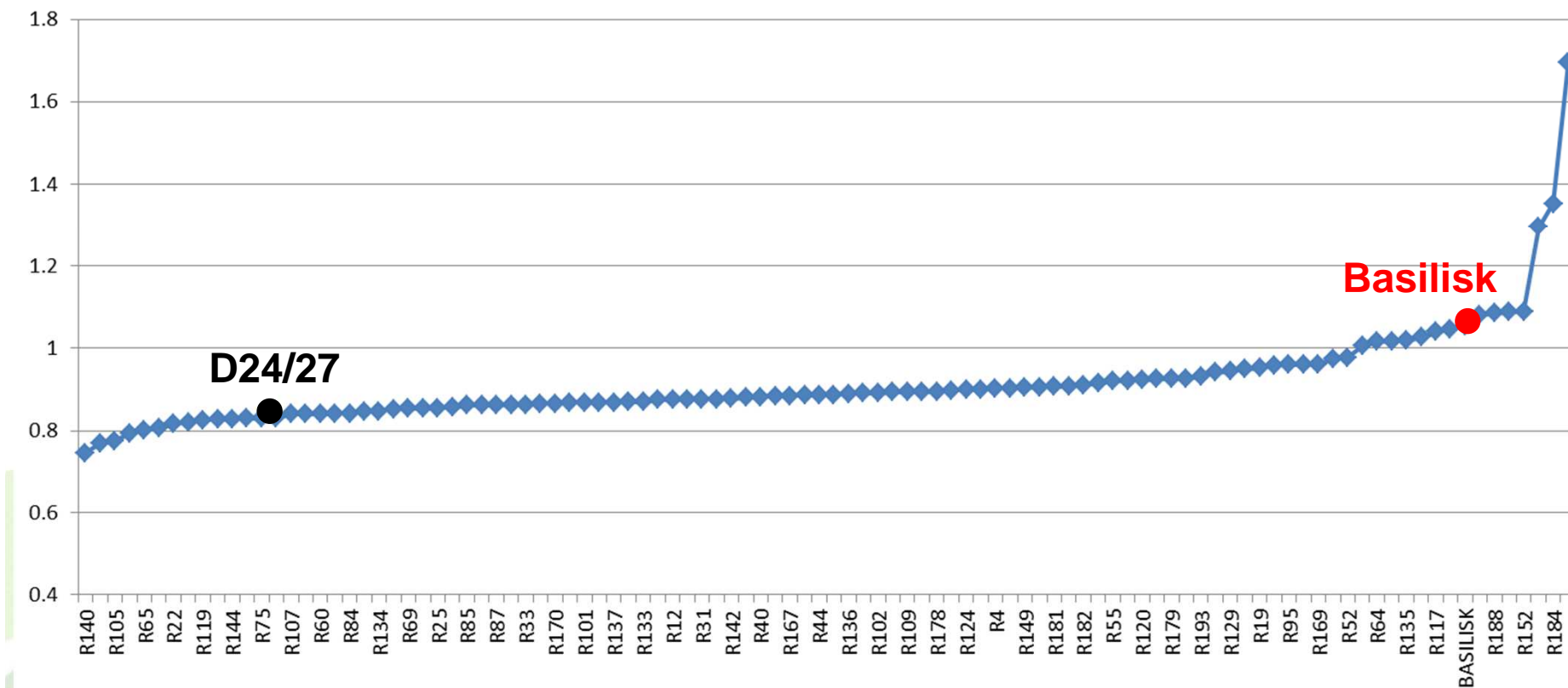
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 6. Estratégias de seleção

Tolerância ao Al<sup>3+</sup>:  $CRR_{\text{com Al}} / CRR_{\text{sem Al}}$

Valores genotípicos (BLUP)



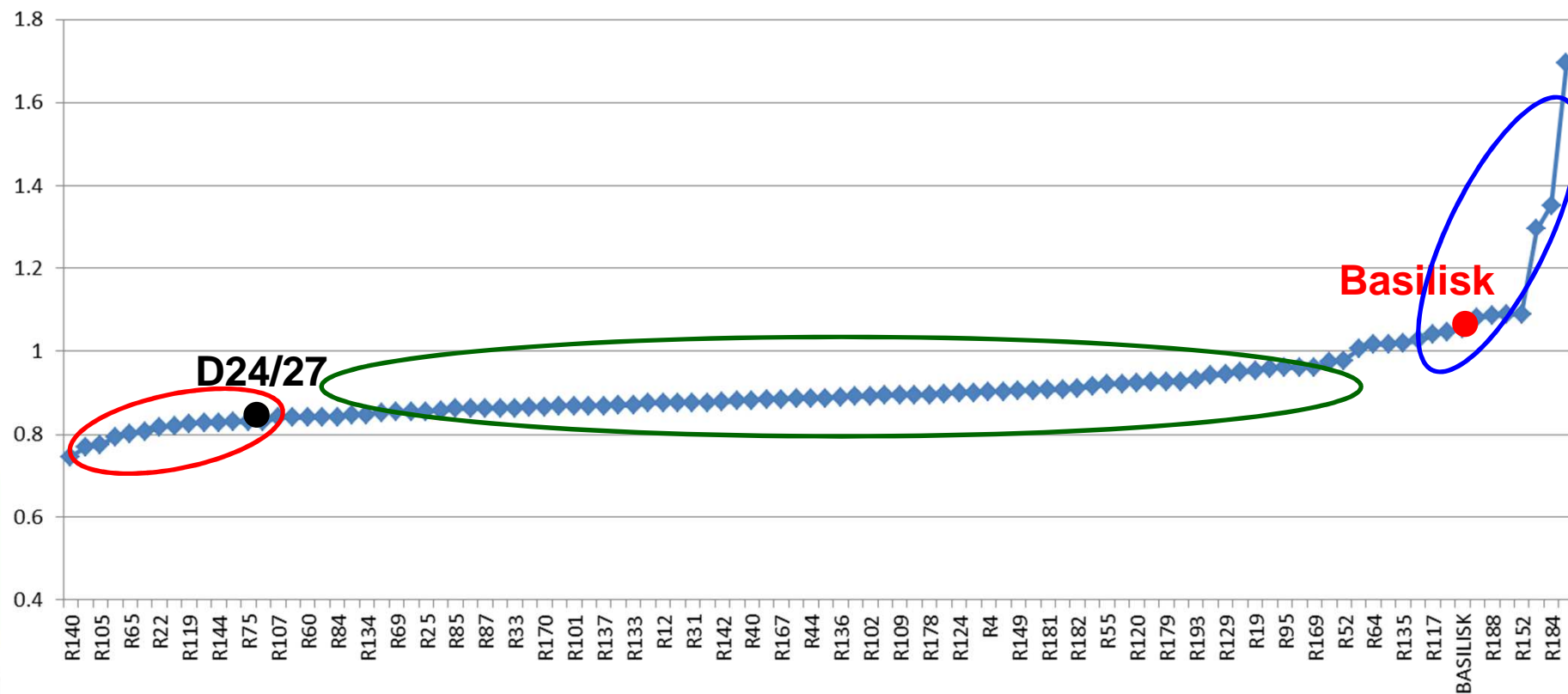
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 6. Estratégias de seleção

Tolerância ao  $Al^{3+}$ :  $CRR_{\text{com Al}} / CRR_{\text{sem Al}}$

Valores genotípicos (BLUP)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



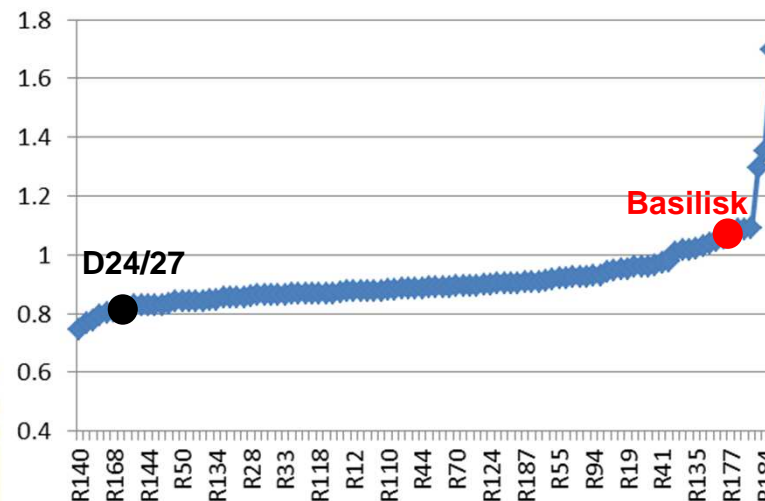
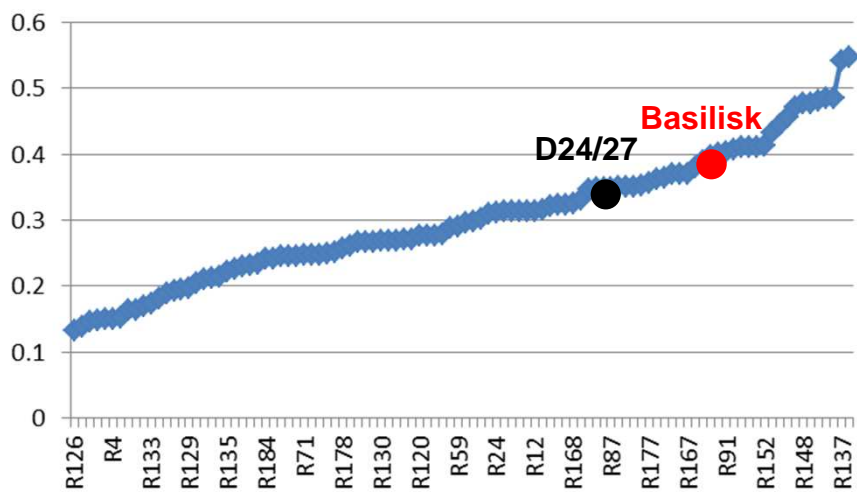


# 6. Estratégias de seleção

Responsividade

X

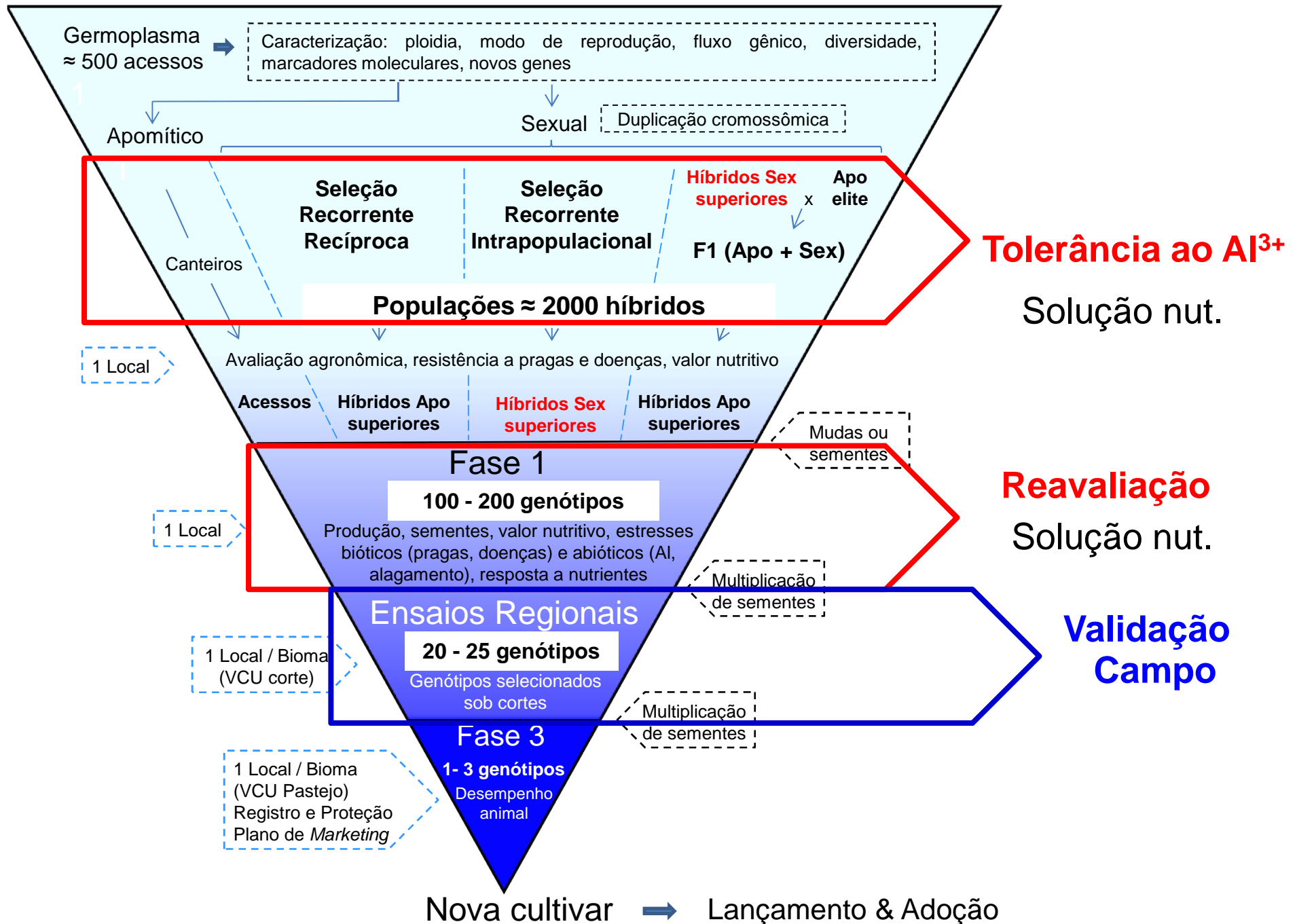
Tolerância ao Al<sup>3+</sup>



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Melhoramento



# 6. Estratégias de seleção – Ex: CIAT (Híbridos interespecíficos)



**Improved sexual population**

2,000 to 3,000 individuals: mass selection cull to approx. 1,000

**Recombination block**

**Intrapopulation Recurrent Selection**

**Evaluation:**  
Spittlebug resistance (artificial infestation)  
AI tolerance (solution culture)  
Nutritional value (NIRS)  
Rhizoctonia resistance

**Selection**  
20 -30 sexual clones



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento





Resistente | Intermediário |



Resistente

Intermediário

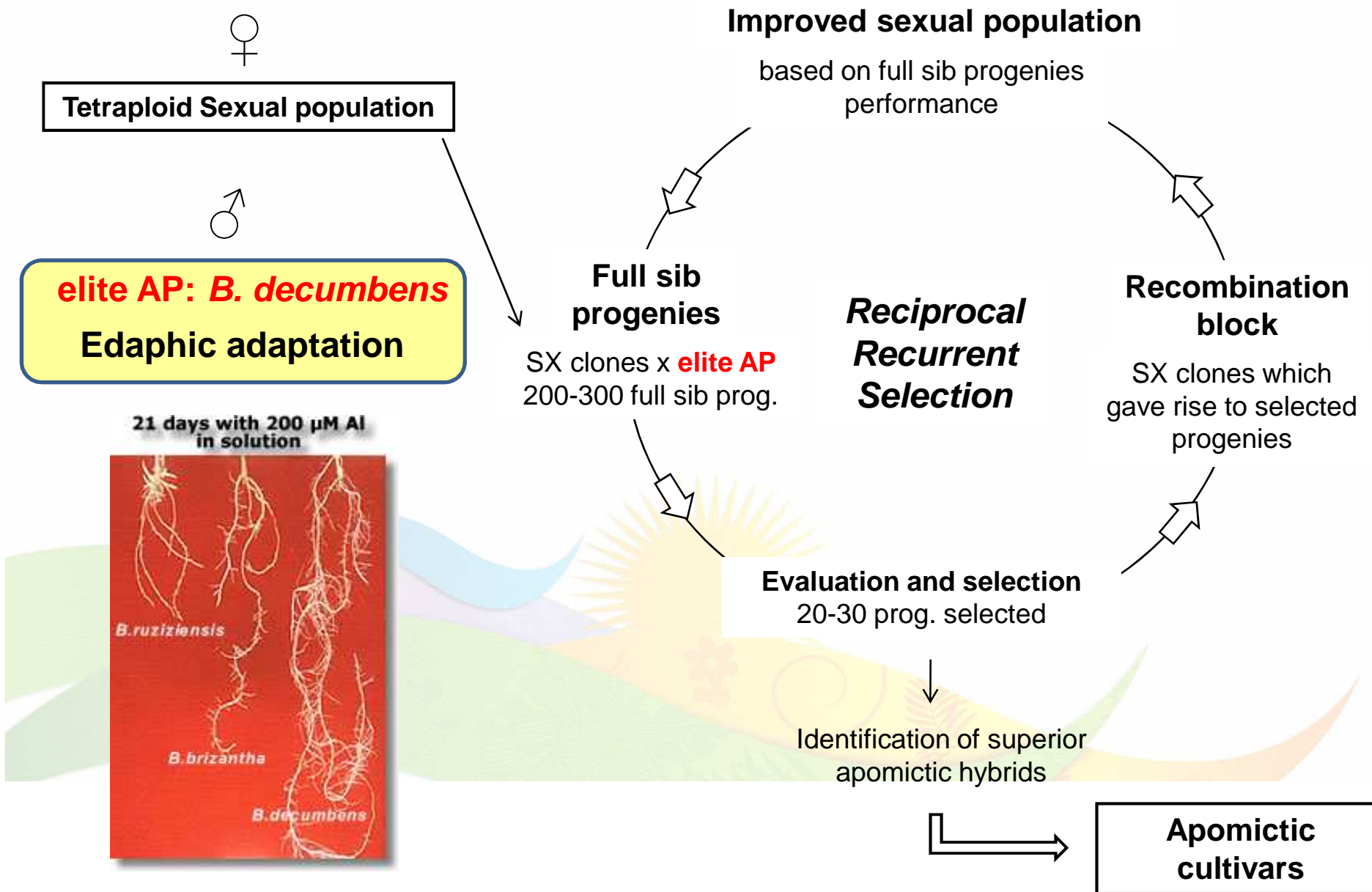
Suscetível

Fonte: CIAT

- 6 ciclos SRI: reduziu de 55,6% para 7% a sobrevivência ninfal de *Aeneolamia varia*



# 6. Estratégias de seleção – Ex: CIAT (Híbridos interespecíficos)





## 7. Considerações finais

- Desenvolvimento de cultivares de *Brachiaria* spp. tolerantes ao Al<sup>3+</sup>

- “**Adaptação edafoclimática**”: Al<sup>3+</sup>, EUN, responsividade, persistência
- Aumento de produtividade
- Estabilidade de produção (temporal) – dentro e entre anos



- **Vantagens:** independente do grau de tecnologia adotado pelos produtores

**Pecuária**  
Solos de ácidos /  
média a baixa fertilidade



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

## 7. Considerações finais

Pesquisa: mecanismos da tolerância ao  $Al^{3+}$  e base genética

- Desintoxicação interna do  $Al^{3+}$ : papel importante na tolerância
- Mudanças na composição da parede celular / padrão de disposição das células da epiderme
- Molecular: elucidação/entendimento mecanismos, prospecção genes e MM
- Resultados sugerem um “**padrão de herança quantitativa**”
- Estimativas de  $h^2$ , correlação, ganho com seleção, **efeitos aditivos x dominância**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## 7. Considerações finais

### Avaliação da tolerância ao $\text{Al}^{3+}$ x Métodos de melhoramento

- Progresso no desenvolvimento de cultivares superiores: altamente dependente da existência de **metodologias de avaliação rápidas e eficientes**
- Tolerância ao  $\text{Al}^{3+}$  : “**adaptação edafoclimática**” (condições de campo)

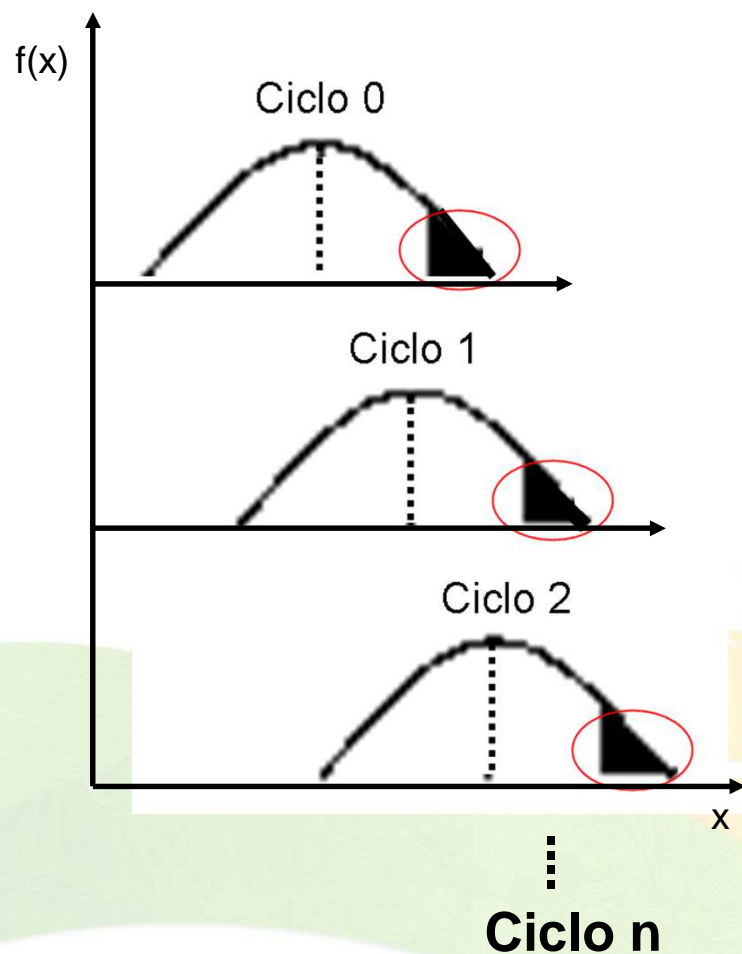
**Metodologia CIAT:** solução nutritiva ↓ [nutrientes] + ↑ [ $\text{Al}^{3+}$ ]

Correlação satisfatória com dados de campo (Ex. Mulato II)



## 7. Considerações finais

Estratégia: Seleção Recorrente



- ↑ frequência dos alelos favoráveis

$$\bar{x} C_n \gg \bar{x} C_0$$

- manter a variabilidade genética em nível adequado nos ciclos subsequentes



**Embrapa**

*Gado de Corte*



ASSOCIAÇÃO PARA O FOMENTO À PESQUISA DE  
MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

# Obrigado

[sanzio.barrios@embrapa.br](mailto:sanzio.barrios@embrapa.br)

14 09 2012

